

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2005-157871

(43)Date of publication of application : 16.06.2005

(51)Int.Cl.

G06T 1/00

G06T 3/00

(21)Application number : 2003-397502

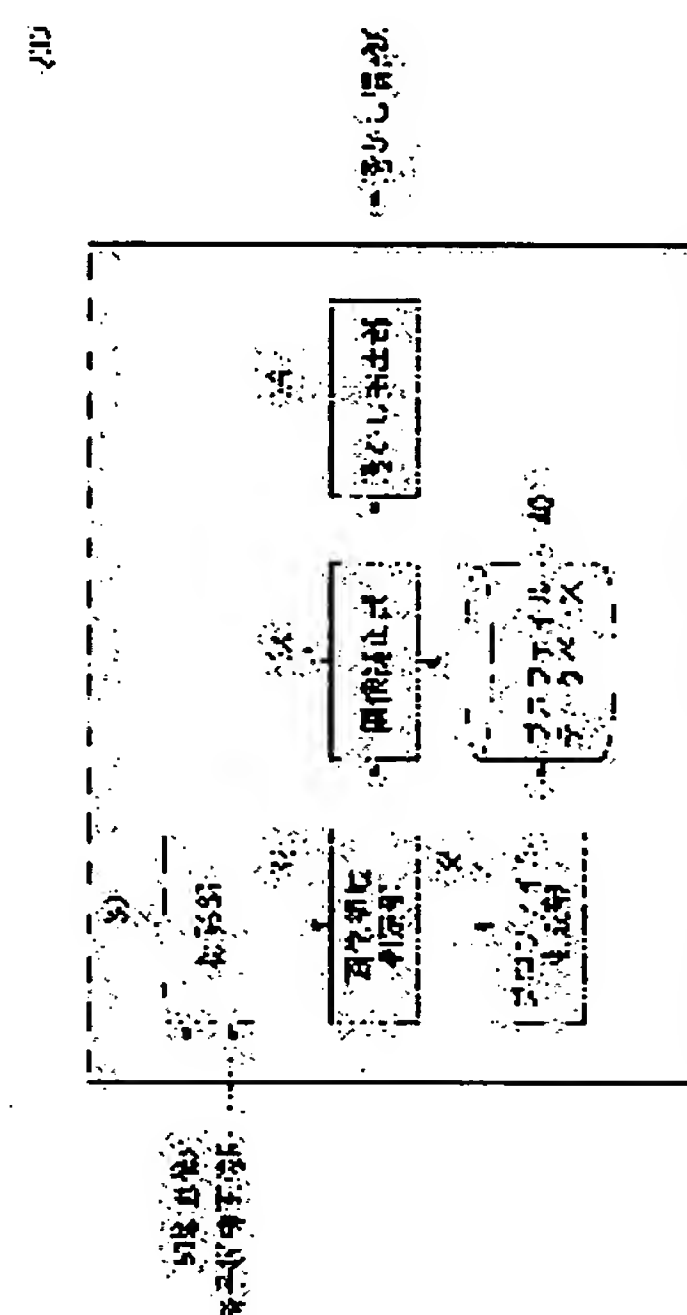
(71)Applicant : SANYO ELECTRIC CO LTD

(22)Date of filing : 27.11.2003

(72)Inventor : TAKEUCHI SATORU
TSUJITA KOSUKE
KUNIAZAMA AKIOMI
INOUE YASUAKI**(54) IMAGE CORRECTION METHOD, IMAGE CORRECTION APPARATUS CAPABLE OF USING THE METHOD AND DIGITAL WATERMARK EXTRACTING APPARATUS****(57)Abstract:**

PROBLEM TO BE SOLVED: To solve the problem that distortion occurs when a print image where a digital watermark is embedded is photographed, and therefore it is difficult to correctly detect the digital watermark.

SOLUTION: A photographing part 30 photographs and computerizes a print image P where a digital watermark is embedded and a grid pattern image R. An image region judging part 32 judges an original image region in a photographed image. A profile generating part 38 acquires the coordinate values of the vertexes of the respective grids of the grid pattern image R deformed due to lens distortion or fluoroscopy distortion, and generates grid-shaped profile data and registers it in a profile data base 40. An image correcting part 34 corrects distortion which occurs in the original image region of the print image P based on the grid-shaped profile data. A watermark extracting part 36 divides the distortion-corrected original image region into blocks, and detects watermark bits embedded in each block to thereby extract watermark information X.

**LEGAL STATUS**

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号
特開2005-157871
(P2005-157871A)

(43) 公開日 平成17年6月16日(2005.6.16)

(51) Int.Cl.⁷
G06T 1/00
G06T 3/00

F I
G06T 1/00 500B
G06T 3/00 200

テーマコード (参考)
5B057

審査請求 未請求 請求項の数 11 O L (全 22 頁)

(21) 出願番号	特願2003-397502 (P2003-397502)	(71) 出願人	000001889 三洋電機株式会社 大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号
(22) 出願日	平成15年11月27日 (2003.11.27)	(74) 代理人	100105924 弁理士 森下 賢樹
		(72) 発明者	竹内 悟 大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号 三洋電機株式会社内
		(72) 発明者	辻田 孝介 大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号 三洋電機株式会社内
		(72) 発明者	国狭 亜輝臣 大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号 三洋電機株式会社内

最終頁に続く

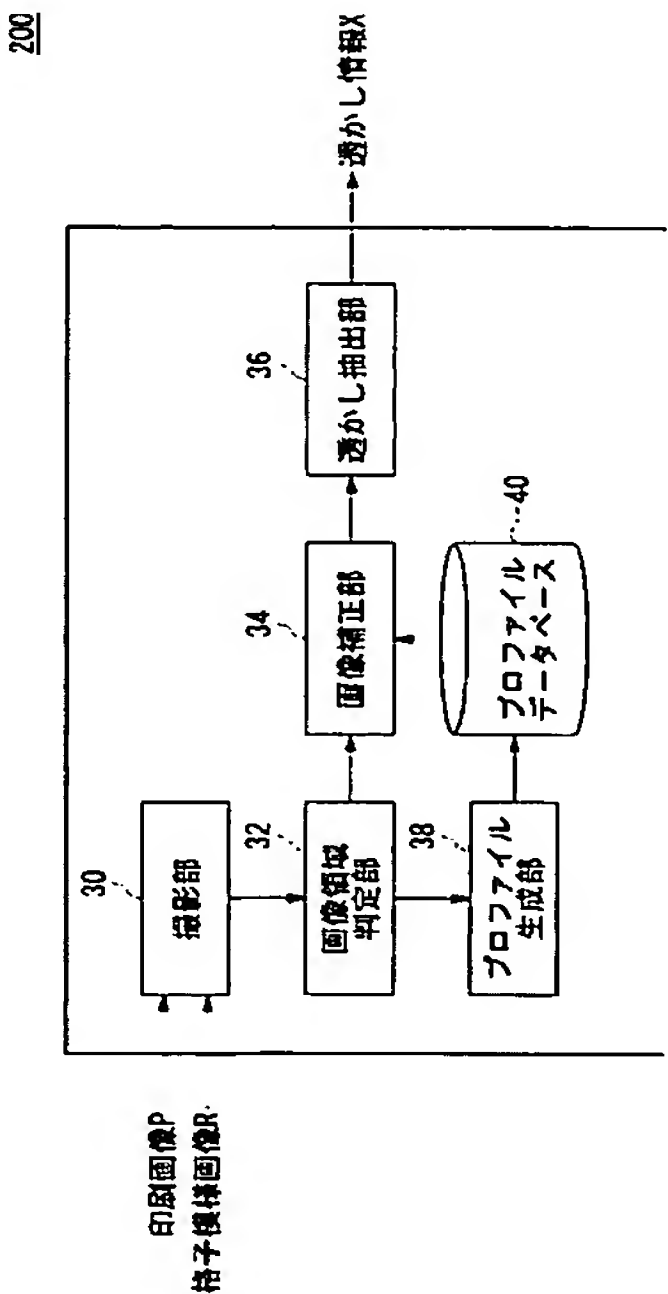
(54) 【発明の名称】 画像補正方法、ならびにその方法を利用可能な画像補正装置および電子透かし抽出装置

(57) 【要約】

【課題】 電子透かしの埋め込まれた印刷画像を撮影すると歪みが生じ、電子透かしを正しく検出することが難しくなる。

【解決手段】 撮影部30は、電子透かしの埋め込まれた印刷画像Pと格子模様画像Rを撮影して電子化する。画像領域判定部32は、撮影画像内の原画像領域を判定する。プロファイル生成部38は、レンズ歪みや透視歪みにより変形した格子模様画像Rの各格子の頂点の座標値を取得して、格子状のプロファイルデータを生成し、プロファイルデータベース40に登録する。画像補正部34は、格子状のプロファイルデータに基づいて印刷画像Pの原画像領域に生じた歪みを補正する。透かし抽出部36は、歪み補正された原画像領域をブロックに分割して、各ブロックに埋め込まれた透かしビットを検出することにより、透かし情報Xを抽出する。

【選択図】 図4



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

電子透かしが画素ブロック単位で埋め込まれた印刷画像の撮影画像を透かし埋め込み画像として取得する画像入力部と、

前記画素ブロックのサイズに対応する格子サイズの格子が配置された格子パターンに関する撮影による歪みパターンを記憶する記憶部と、

前記歪みパターンをもとに前記透かし埋め込み画像の撮影による歪みを格子単位で補正する画像補正部と、

補正された前記透かし埋め込み画像の各ブロックから前記電子透かしを抽出する抽出部とを含むことを特徴とする電子透かし抽出装置。

10

【請求項 2】

前記画像入力部は、前記格子サイズの格子が配置された格子パターンの印刷画像の撮影画像を参照画像として取得し、

前記記憶部は、前記参照画像における各格子の頂点の座標値を前記歪みパターンとして記憶することを特徴とする請求項 1 に記載の電子透かし抽出装置。

【請求項 3】

前記画像補正部は、前記歪みパターンにおける各格子の頂点の座標値を用いて、各格子の内部の画像の前記歪みを補正することを特徴とする請求項 2 に記載の電子透かし抽出装置。

【請求項 4】

前記記憶部は、光軸の傾き方向に応じて異なる透視歪みをもつ複数の前記歪みパターンを格納し、

前記画像補正部は、前記透かし埋め込み画像の透視歪みに適合する歪みパターンを前記記憶部から選択し、選択された歪みパターンをもとに前記透かし埋め込み画像の前記歪みを補正することを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれかに記載の電子透かし抽出装置。

20

【請求項 5】

前記記憶部は、前記透視歪みをもつ複数の前記歪みパターンを対向する 2 辺の大小関係に関連づけて格納し、前記画像補正部は、前記透かし埋め込み画像の対向する 2 辺の大小関係をもとに、前記透かし埋め込み画像の透視歪みに適合する歪みパターンを選択することを特徴とする請求項 4 に記載の電子透かし抽出装置。

30

【請求項 6】

前記記憶部は、前記格子サイズの異なる複数の前記歪みパターンを記憶し、

前記画像補正部は、前記画素ブロックのサイズに対応する格子サイズの歪みパターンを前記記憶部から選択し、選択された歪みパターンをもとに前記透かし埋め込み画像の前記歪みを補正することを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれかに記載の電子透かし抽出装置。

【請求項 7】

電子透かしが画素ブロック単位で埋め込まれた印刷画像の撮影画像を透かし埋め込み画像として取得する画像入力部と、

前記画素ブロックのサイズに対応する格子サイズの格子が配置された格子パターンに関する撮影による歪みパターンを記憶する記憶部と、

前記歪みパターンをもとに前記透かし埋め込み画像の撮影による歪みを格子単位で補正する画像補正部とを含むことを特徴とする画像補正装置。

40

【請求項 8】

印刷画像の撮影画像を取得する画像入力部と、

格子が配置された格子パターンに関する撮影による歪みパターンとして、光軸の傾き方向に応じて異なる透視歪みをもつ複数の歪みパターンを記憶する記憶部と、

前記印刷画像の撮影画像の透視歪みに適合する歪みパターンを前記記憶部から選択し、選択された歪みパターンをもとに前記印刷画像の撮影画像の撮影による歪みを格子単位で補正する画像補正部とを含むことを特徴とする画像補正装置。

50

【請求項 9】

前記記憶部は、前記透視歪みをもつ複数の前記歪みパターンを対向する 2 辺の大小関係に関連づけて格納し、前記画像補正部は、前記印刷画像の撮影画像の対向する 2 辺の大小関係をもとに、前記印刷画像の撮影画像の透視歪みに適合する歪みパターンを選択することを特徴とする請求項 8 に記載の画像補正装置。

【請求項 10】

電子透かしが画素ブロック単位で埋め込まれた印刷画像の撮影画像を透かし埋め込み画像として取得するステップと、

前記画素ブロックのサイズに対応する格子サイズの格子が配置された格子パターンに関する撮影による歪みパターンを利用して、前記透かし埋め込み画像の撮影による歪みを格子単位で補正するステップとを含むことを特徴とする画像補正方法。

10

【請求項 11】

電子透かしが画素ブロック単位で埋め込まれた印刷画像の撮影画像を透かし埋め込み画像として取得するステップと、

前記画素ブロックのサイズに対応する格子サイズの格子が配置された格子パターンに関する撮影による歪みパターンを利用して、前記透かし埋め込み画像の撮影による歪みを格子単位で補正するステップと、

補正された前記透かし埋め込み画像の各ブロックから前記電子透かしを抽出するステップとをコンピュータに実行させることを特徴とするコンピュータプログラム。

【発明の詳細な説明】

20

【技術分野】

【0001】

本発明は、画像処理技術に関し、特に電子透かしの埋め込まれた印刷画像を撮影した画像を補正する画像補正方法、ならびにその方法を利用可能な画像補正装置および電子透かし抽出装置に関する。

【背景技術】

【0002】

電子透かしが埋め込まれたデジタル画像を印刷媒体に印刷し、印刷された画像をデジタルカメラやスキャナ等で撮影して再度デジタル化して埋め込まれた電子透かしを検出するシステムがある。たとえば、チケットやカードを利用者に発行する際に、発行者や利用者に関する識別情報などを電子透かしとして視覚的に検知できないように画像に埋め込んでチケットやカードに印刷する。チケットやカードの利用時に、その電子透かしを検出することにより、偽造や不正入手などの不正行為を防止することができる。また、複写機やプリンタで画像を印刷する際に、著作権情報や機器の識別番号等を電子透かしとして埋め込んで印刷することにより、著作物、有価証券等の不正コピーを防止することができる。

30

【0003】

一般にデジタルカメラやスキャナを用いて印刷画像を撮影してデジタル化すると、撮影画像には、撮影機器のレンズの形状や焦点距離に依存したレンズ歪みや、撮影時の光軸の傾きに起因する透視歪みが生じ、印刷画像と撮影画像の間で画素のずれが現れる。そのため、印刷画像に埋め込まれた電子透かしを撮影画像から正しく抽出することは困難であり、撮影画像の歪み補正が必要となる。

40

【0004】

特許文献 1 には、透かしの埋め込まれた画像データに加えられる拡大、縮小、回転などの幾何変換や、各種フォーマット変換などの変形パターンをあらかじめ想定しておき、想定される変形パターンのもとで、画像データを変換したり、透かし検出アルゴリズムのパラメータを変えるなどして、透かし検出を試行する技術が開示されている。

【特許文献 1】特開 2003-115994 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

50

撮影による画像歪みを補正するためには、撮影機器の歪み特性に関する情報や撮影時の光軸の傾きに関する情報を取得し、撮影画像に幾何学的な変換を施す必要がある。レンズの歪曲特性を詳細に示すプロファイルデータを利用して、精細な歪み補正をすることもできるが、プロファイルデータの記憶容量が大きくなり、計算時間もかかる。

【0006】

画像歪みをどの程度詳細に調べて補正すべきかは、透かしの画像歪みに対する耐性に依存する。画像歪みに対して透かしの耐性が比較的強い場合に、精細な歪み補正をすることは無駄になるが、画像歪みに対して透かしの耐性が弱い場合には、粗い歪み補正では透かしを正しく検出することができない。透かし埋め込み時の透かしの耐性と透かし抽出時の画像補正の精度とがミスマッチを起こした場合、透かしの検出精度や検出効率が悪化することになる。

10

【0007】

本発明はこうした状況に鑑みてなされたもので、その目的は、電子透かしの埋め込まれた印刷画像を撮影した画像から電子透かしを効率良く、高い精度で検出することのできる画像補正技術および電子透かし抽出技術を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明のある態様は電子透かし抽出装置に関する。この装置は、電子透かしが画素ブロック単位で埋め込まれた印刷画像の撮影画像を透かし埋め込み画像として取得する画像入力部と、前記画素ブロックのサイズに対応する格子サイズの格子が配置された格子パターンに関する撮影による歪みパターンを記憶する記憶部と、前記歪みパターンをもとに前記透かし埋め込み画像の撮影による歪みを格子単位で補正する画像補正部と、補正された前記透かし埋め込み画像の各ブロックから前記電子透かしを抽出する抽出部とを含む。前記格子サイズは、前記画素ブロックのサイズとほぼ等しいか、あるいは前記画素ブロックのサイズより小さくなるように設定されてもよい。この装置によれば、電子透かしの埋め込みブロックのサイズと歪みパターンの格子サイズの整合性がよいため、透かしの検出の精度と効率が向上する。

20

【0009】

前記画像入力部は、前記格子サイズの格子が配置された格子パターンの印刷画像の撮影画像を参照画像として取得し、前記記憶部は、前記参照画像における各格子の頂点の座標値を前記歪みパターンとして記憶してもよい。前記画像補正部は、前記歪みパターンにおける各格子の頂点の座標値を用いて、各格子の内部の画像の前記歪みを補正してもよい。この構成により、格子単位で画像のおおまかな歪み補正ができるとともに、格子内部では、格子の頂点の座標値を用いて歪み補正ができる。

30

【0010】

前記記憶部は、光軸の傾き方向に応じて異なる透視歪みをもつ複数の前記歪みパターンを格納し、前記画像補正部は、前記透かし埋め込み画像の透視歪みに適合する歪みパターンを前記記憶部から選択し、選択された歪みパターンをもとに前記透かし埋め込み画像の前記歪みを補正してもよい。この歪みパターンには、レンズの歪曲収差など撮影機器の特性に起因する歪みが反映されていてもよい。この構成により、大きな歪み要因である透視歪みを補正するとともに、レンズ歪みなどの微細な歪みを補正することができる。

40

【0011】

前記記憶部は、前記格子サイズの異なる複数の前記歪みパターンを記憶し、前記画像補正部は、前記画素ブロックのサイズに対応する格子サイズの歪みパターンを前記記憶部から選択し、選択された歪みパターンをもとに前記透かし埋め込み画像の前記歪みを補正してもよい。この構成により、埋め込みブロックのサイズに適した格子サイズの歪みパターンを補正に利用することができ、ブロック埋め込みによる透かしの耐性と格子パターンによる画像補正の精度とがミスマッチを起こすことがない。

【0012】

本発明の別の態様は画像補正方法に関する。この方法は、電子透かしが画素ブロック単

50

位で埋め込まれた印刷画像の撮影画像を透かし埋め込み画像として取得するステップと、前記画素ブロックのサイズに対応する格子サイズの格子が配置された格子パターンに関する撮影による歪みパターンを利用して、前記透かし埋め込み画像の撮影による歪みを格子単位で補正するステップとを含む。

【0013】

本発明のさらに別の態様はコンピュータプログラムに関する。このプログラムは、電子透かしが画素ブロック単位で埋め込まれた印刷画像の撮影画像を透かし埋め込み画像として取得するステップと、前記画素ブロックのサイズに対応する格子サイズの格子が配置された格子パターンに関する撮影による歪みパターンを利用して、前記透かし埋め込み画像の撮影による歪みを格子単位で補正するステップと、補正された前記透かし埋め込み画像の各ブロックから前記電子透かしを抽出するステップとをコンピュータに実行させる。

10

本発明のさらに別の態様は画像補正装置に関する。この装置は、電子透かしが画素ブロック単位で埋め込まれた印刷画像の撮影画像を透かし埋め込み画像として取得する画像入力部と、前記画素ブロックのサイズに対応する格子サイズの格子が配置された格子パターンに関する撮影による歪みパターンを記憶する記憶部と、前記歪みパターンをもとに前記透かし埋め込み画像の撮影による歪みを格子単位で補正する画像補正部とを含む。

本発明のさらに別の態様も画像補正装置に関する。この装置は、印刷画像の撮影画像を取得する画像入力部と、格子が配置された格子パターンに関する撮影による歪みパターンとして、光軸の傾き方向に応じて異なる透視歪みをもつ複数の歪みパターンを記憶する記憶部と、前記印刷画像の撮影画像の透視歪みに適合する歪みパターンを前記記憶部から選択し、選択された歪みパターンをもとに前記印刷画像の撮影画像の撮影による歪みを格子単位で補正する画像補正部とを含む。

20

【0014】

なお、以上の構成要素の任意の組み合わせ、本発明の表現を方法、装置、システム、記録媒体、コンピュータプログラムなどの間で変換したものもまた、本発明の態様として有効である。

【発明の効果】

【0015】

本発明によれば、電子透かしの埋め込まれた印刷画像の撮影画像を補正して、電子透かしを効率良く、高い精度で検出することができる。

30

【発明を実施するための最良の形態】

【0016】

本発明の実施の形態に係る電子透かしシステムは、図1の電子透かし埋め込み装置100と図4の電子透かし抽出装置200とを含み、電子透かし埋め込み装置100によって電子透かしの埋め込まれた印刷画像が生成され、電子透かし抽出装置200によって印刷画像を撮影して、埋め込まれた電子透かしが抽出される。電子透かし埋め込み装置100は、たとえば、チケットやカードの発行に用いられ、電子透かし抽出装置200は、チケットやカードの偽造を発見するために用いられる。どちらの装置もネットワーク上の端末からアクセスされるサーバとして構成してもよい。

【0017】

40

図1は、実施の形態に係る電子透かし埋め込み装置100の構成図である。これらの構成は、ハードウェア的には、任意のコンピュータのCPU、メモリ、その他のLSIで実現でき、ソフトウェア的にはメモリにロードされた画像処理機能および電子透かし埋め込み機能のあるプログラムなどによって実現されるが、ここではそれらの連携によって実現される機能ブロックを描いている。したがって、これらの機能ブロックがハードウェアのみ、ソフトウェアのみ、またはそれらの組み合わせによっていろいろな形で実現できることは、当業者には理解されるところである。

【0018】

画像形成部10は、入力されたデジタル画像Iを印刷時の解像度、ここでは横方向（x軸方向ともいう）にW画素、縦方向（y軸方向ともいう）にH画素の解像度に変換する。

50

画像サイズW、Hの一例としては、 $W = 640$ 、 $H = 480$ である。

【0019】

ブロック埋め込み部12は、画像形成部10によって印刷時の解像度に変換されたデジタル画像Iに透かし情報Xを埋め込む。ここで、ブロック埋め込み部12は、デジタル画像Iを所定サイズの正方ブロックに分割して、ブロックに同一の透かしビットを重複して埋め込む。この透かし情報Xのデジタル画像Iへの埋め込み方式を「ブロック埋め込み方式」と呼び、透かしビットの埋め込まれたデジタル画像Iのブロックを「埋め込みブロック」と呼ぶ。一例として、ブロックサイズNは8である。

【0020】

図2(a)～(d)は、ブロック埋め込み部12によるブロック埋め込み方式を説明する図である。図2(a)は、デジタル画像Iのブロック分割を説明する図である。横W画素、縦H画素をもつデジタル画像Iは、縦横N画素の埋め込みブロック22に分割される。

10

【0021】

ブロック埋め込み部12は、透かし情報Xを構成する透かしビットの各々を埋め込むための埋め込みブロック22をデジタル画像Iから選択する。ブロック埋め込み部12は、各埋め込みブロック22において、同一の透かしビットを重複して埋め込む。図2(b)は、透かしビットが埋め込まれたデジタル画像Iを説明する図である。同図では、透かし情報Xが透かしビット列(0, 1, 1, 0)で構成されている場合を例に説明する。ブロック埋め込み部12は、デジタル画像Iから第1透かしビット0を埋め込むための埋め込みブロック22a、第2透かしビット1を埋め込むための埋め込みブロック22b、第3透かしビット1を埋め込むための埋め込みブロック22c、第4透かしビット0を埋め込むための埋め込みブロック22dを選択し、これらの埋め込みブロック22a～dにそれぞれの透かしビットを重複して埋め込む。

20

【0022】

図2(c)は、埋め込みブロック22に埋め込まれる透かしビットを説明する図である。ここでは、ブロックサイズNが4で、透かしビットが1の場合を例に説明する。同図のように、埋め込みブロック22には、透かしビット1が重複して16個埋め込まれる。

【0023】

図2(d)は、透かしビットの抽出時における画素のずれとそれが透かしビットの検出に与える影響を説明する図である。原画像における埋め込みブロック22の理想的な端点23に対して、撮影画像において検出される埋め込みブロック28の実際の端点29が、同図のように横方向に1画素ずれていたとする。この場合でも、原画像の埋め込みブロック22と撮影画像の埋め込みブロック28の重複領域では、同一の透かしビット1が重複して12個検出される。したがって、ブロック全体で多数決により正しい透かしビットの値を検出することが可能である。このようにブロック埋め込み方式により、画素のずれに対する耐性が高まる。

30

【0024】

印刷部14は、ブロック埋め込み部12により透かし情報Xが埋め込まれたデジタル画像Iを紙やカードなどの印刷媒体に印刷し、印刷画像Pを生成する。なお、同図では、印刷部14は電子透かし埋め込み装置100の構成要素であるが、印刷部14を電子透かし埋め込み装置100の外部に設け、プリンタによって構成してもよく、その場合は、電子透かし埋め込み装置100とプリンタは、周辺機器の接続ケーブルまたはネットワークで接続される。

40

【0025】

図3は、出力された印刷画像Pを説明する図である。印刷媒体24上に電子透かしの埋め込まれたデジタル画像I(原画像ともいう)が印刷されており、原画像が印刷された領域20(以下、単に原画像領域20という)の周囲には通常、印刷媒体24の余白部分が存在する。

【0026】

50

図4は、実施の形態に係る電子透かし抽出装置200の構成図である。撮影部30は、電子透かしの埋め込まれた印刷画像Pと格子模様画像Rを撮影して電子化する。画像領域判定部32は、撮影画像内の原画像領域20を判定する。プロファイル生成部38は、レンズ歪みや透視歪みにより変形した格子模様画像Rの各格子の頂点の座標値を取得して、格子状のプロファイルデータを生成し、プロファイルデータベース40に登録する。画像補正部34は、格子状のプロファイルデータに基づいて印刷画像Pの原画像領域20に生じた歪みを補正する。透かし抽出部36は、歪み補正された原画像領域20をブロックに分割して、各ブロックに埋め込まれた透かしビットを検出することにより、透かし情報Xを抽出する。これらの構成も、CPU、メモリなどのハードウェア、画像処理機能および電子透かし抽出機能のあるソフトウェアの任意の組み合わせによっていろいろな形で実現することができる。

10

【0027】

撮影部30は、電子透かし埋め込み装置100により生成された印刷画像Pを撮影し、印刷画像Pをデジタル化する。同図では、撮影部30は電子透かし抽出装置200の構成要素であるが、撮影部30を電子透かし抽出装置200の外部に設け、デジタルカメラやスキャナによって構成してもよく、その場合は、電子透かし抽出装置200と、デジタルカメラまたはスキャナは、周辺機器の接続ケーブルまたはネットワークで接続される。特にデジタルカメラに無線通信機能がある場合は、デジタルカメラで取り込まれた撮影画像が無線で電子透かし抽出装置200に送信される。

【0028】

20

図5は、撮影された印刷画像Pを説明する図である。撮影部30は、印刷画像Pを撮影するとき、印刷媒体24の原画像領域20全体を撮影するが、通常、原画像領域20の周囲の余白部分も撮影する。すなわち撮影領域26は、一般に、印刷媒体24上で原画像領域20よりも広い範囲である。このように撮影部30による撮影画像には、印刷媒体24の余白部分も含まれているため、原画像領域20の切り出しが必要となる。

【0029】

図4の画像領域判定部32は、撮影部30により取り込まれた撮影画像にエッジ抽出処理などを施して原画像の領域を判定する。これにより、図5の撮影領域26から余白部分を取り除いた原画像領域20が切り出される。

【0030】

30

画像補正部34は、画像領域判定部32により判定された原画像領域20の歪み補正を行う。撮影部30によって印刷画像Pを取り込む際、撮影画像にはレンズ歪みや透視歪みが生じる。画像補正部34は、埋め込まれた電子透かしを正確に抽出できるように、画像に生じた歪みを補正する。歪み補正には、後述のように格子状の歪みパターンが利用される。

【0031】

透かし抽出部36は、画像補正部34によって歪み補正された原画像領域20を縦横N画素のブロックに分割して、各ブロックから透かしビットを検出することにより、透かし情報Xを抽出する。ブロック埋め込み方式で埋め込まれた透かしビットを検出する際、埋め込みブロックに歪みがあると、透かしの検出が困難になるが、画像補正部34により歪みが補正されているため、透かしの検出精度が保証される。また、仮に、歪み補正後に画素のずれが多少残っていたとしても、各ブロックには透かしビットが重複して埋め込まれているため、誤り訂正が可能である。

40

【0032】

図6は、撮影による画素のずれを説明する図である。原画像の埋め込みブロック50に対して、撮影画像の埋め込みブロック60が同図のようにずれているとする。原画像の埋め込みブロック50における端点52に対して、撮影画像の埋め込みブロック60の端点62は、縦横に1画素ずつずれている。このような状況でも、原画像の埋め込みブロック50と撮影画像の埋め込みブロック60の重複領域では、同一の透かしビット（ここでは1で示す）が重複して検出されるので、透かし抽出部36は、ブロック全体で透かしビッ

50

トの誤り訂正をして、正しい透かしビットを検出することができる。

【0033】

次に、画像補正部34による歪み補正に利用される格子状の歪みパターンについて説明する。撮影時の歪み具合を測定するために、撮影部30は、格子模様画像Rを参照画像として撮影し、画像領域判定部32は、撮影された格子模様画像Rの画像領域を判定する。

【0034】

図7は、歪み補正用の格子模様画像Rを説明する図である。格子模様画像Rは、横方向に $L1 (= L3)$ 画素、縦方向に $L2 (= L4)$ 画素の大きさであり、縦横 M 画素のサイズの格子模様で構成される。格子模様画像Rの格子サイズ M は、電子透かし埋め込み装置100による透かしのブロック埋め込み方式におけるブロックサイズ N と同程度のサイズである。一例として、ブロックサイズ N が8である場合、格子サイズ M も8程度とすればよい。なお、ブロックサイズ N は、当該電子透かしシステムで統一的に決められているか、何らかの形で電子透かし抽出装置200側に通知されているものとする。

10

【0035】

図8は、撮影された格子模様画像Rにおけるレンズ歪みを説明する図である。格子模様画像Rはレンズの歪曲収差により樽型や糸巻き型に変形する。さらに、デジタルカメラで撮影した場合、格子模様画像Rを正確に真上から撮影することは難しく、光軸のずれにより透視歪みも生じる。

【0036】

図9(a)～(e)は、撮影された格子模様画像Rにおける透視歪みのいくつかのパターンを説明する図である。図9(a)～(e)では、説明の便宜上、レンズ歪みは無視して透視歪みだけを強調して図示しているが、実際には、透視歪みだけでなく図8に示したレンズ歪みも生じる。

20

【0037】

図9(a)は、ちょうど真上から格子模様画像Rを撮影した場合で、透視歪みは生じていない。撮影された画像領域の各辺の長さを $L1 \sim L4$ とすると、対向する2辺の長さについて、 $L1 = L3$ 、 $L2 = L4$ が成り立つ。ここで等号はある程度の誤差を許容しており、ほぼ等しいことを意味する。

【0038】

図9(b)、(c)は、光軸が縦方向に傾いたことにより、透視歪みが生じ、横方向の対向する2辺の長さに違いが生じた場合である。対向する2辺の長さについて、図9(b)では $L1 < L3$ 、図9(c)では $L3 < L1$ の大小関係がある。図9(d)、(e)は、光軸が横方向に傾いたことにより、透視歪みが生じ、縦方向の対向する2辺の長さに違いが生じた場合である。対向する2辺の長さについて、図9(d)では $L4 < L2$ 、図9(e)では $L2 < L4$ の大小関係がある。

30

【0039】

撮影部30は、光軸をずらして格子模様画像Rを撮影することにより、図9(a)～(e)に示すような、レンズ歪みおよび透視歪みにより変形した格子状の歪みパターン画像を取得する。プロファイル生成部38は、歪みパターン画像を解析し、図9(a)～(e)の白丸で示した格子点の座標値を取得し、格子状のプロファイルデータを生成し、プロファイルデータベース40に登録する。プロファイルデータベース40への登録の際、対向する2辺の大小関係により検索ができるように、対向する2辺の大小関係を関連づけてプロファイルデータベース40に格納する。

40

【0040】

図10は、プロファイルデータベース40に格納されるプロファイルデータを説明する図である。対向する2辺の大小関係と格子点座標配列が関連づけられて格納されている。図9(a)に示すように、撮影された格子模様画像Rの各格子には1～12の番号が付けられており、各格子毎に白丸で示す格子の4頂点の座標値が2次元配列block[12][4]に格納されている。この格子点座標配列は、対向する2辺の大小関係「 $L1 = L3$ 、 $L2 = L4$ 」と関連づけられている。

50

【0041】

図9(b)～(e)の歪みパターンの各格子の4頂点の座標値についても、同様にそれぞれ2次元配列block1[12][4]、block2[12][4]、block3[12][4]、block4[12][4]に格納されており、これらの格子点座標配列は、それぞれ対向する2辺の大小関係「 $L1 < L3$ 、 $L2 = L4$ 」、「 $L3 < L1$ 、 $L2 = L4$ 」、「 $L4 < L2$ 、 $L1 = L3$ 」、「 $L2 < L4$ 、 $L1 = L3$ 」に関連づけられてプロファイルデータベース40に登録される。

【0042】

図4を参照し、画像補正部34は、印刷画像Pを撮影した画像の原画像領域20について対向する2辺の大小関係を調べ、同一の大小関係をもつ格子状のプロファイルデータをプロファイルデータベース40から読み出し、そのプロファイルデータを歪み補正に用いる。歪み補正の詳細な手順は後述する。

10

【0043】

以上の構成による電子透かし抽出装置200による電子透かし抽出手順を説明する。

【0044】

図11は、電子透かし抽出手順の全体的な流れを示すフローチャートである。撮影部30は印刷画像Pを撮影し、画像領域判定部32は撮影画像の原画像領域20を判定する(S10)。画像補正部34は、補正回数counterを初期化して、counter=0とする(S12)。

【0045】

画像補正部34は、後に詳述する画像補正処理を行う(S14)。この画像補正処理は、格子状のプロファイルデータを原画像領域20に当てはめ、格子の頂点の座標値を利用して格子毎に画像の歪みを幾何変換により補正して、画素の輝度値を線形補間により求めるものである。透かし抽出部36は、補正後の原画像領域20から透かし情報Xを検出する処理を行う(S16)。この透かし検出処理は、原画像領域20のブロック単位で透かしビットを検出することで行われる。透かし抽出部36は、意味のある透かし情報Xが得られたかどうかを調べ、透かし検出が成否を判定する(S18)。

20

【0046】

透かし検出に成功した場合(S18のY)、終了する。透かし検出に失敗した場合(S18のN)、補正回数counterを1だけインクリメントし(S20)、ステップS14に戻り、画像補正処理をやり直し、再度透かしの検出を試みる。透かし検出に失敗した場合、閾値を調整して画像枠の近似をやり直し、画像枠に合ったプロファイルデータを再選択して画像補正処理を行い、透かし検出を再度試みる。透かし検出が成功するまで、補正回数counterをインクリメントしながら、画像補正と透かし検出の処理を繰り返す。

30

【0047】

図12は、図11のステップS14の画像補正処理の大まかな流れを示すフローチャートである。画像補正部34は、原画像領域20の理想的な画像サイズ(W, H)を設定する(S30)。原画像領域20は、歪み補正により最終的に横方向W画素、縦方向H画素の画像に変換される。画像補正部34は、原画像領域20の4頂点の検出処理を行う(S32)。ステップS32の頂点検出処理は、一例として、原画像領域20のエッジをエッジフィルタなどの手法で追跡して、原画像領域20の頂点を見つけ、さらに、頂点近傍の画素をフーリエ変換して、位相角を検出することにより頂点の正確な位置を特定することによってなされる。次に、画像補正部34は原画像領域20の画像枠、すなわち原画像領域20の4辺の近似処理を行う(S34)。

40

【0048】

画像補正部34は、原画像領域20の対向する2辺の大小関係に基づいてプロファイルデータベース40への問い合わせ処理を行い、原画像領域20に合った形状のプロファイルデータを選択する(S36)。画像補正部34は、選択されたプロファイルデータを利用して画像補正メイン処理を行う(S38)。

50

【0049】

なお、ステップS32とステップS34の原画像領域20の頂点と4辺の検出処理は、プロファイルデータベース40の問い合わせ処理に必要な特徴抽出のために行われるものであり、原画像領域20に合った形状のプロファイルデータの選択が適切に行われるなら、他の特徴抽出方法を用いてもよい。

【0050】

図13は、図12のステップS34の画像枠の近似処理の詳細手順を示すフローチャートである。

まず、ステップS40において、エッジ判定に用いる閾値Tを設定する。ここでは、 $T = T0 - counter \times 10$ により、閾値Tを設定する。counterとは図11のフローチャートから分かるように補正回数のことであり、T0とは初回補正時の閾値である。すなわち、補正回数が増えるごとに閾値Tを10ずつ下げて、図11のステップS14とステップS16の処理を行う。

10

【0051】

一例として、余白領域の端の画素Aの輝度値は200、原画像領域20の端にあり前記画素Aに隣接する画素Bの輝度値は90、T0は115であるとする。前記画素Aと画素Bの輝度値の差が閾値Tよりも大きいときに、画素Aと画素Bの間にエッジがあると判定する場合、1回目の補正時(counter=0)では、前記輝度値の差が110であるのに対し、閾値Tは115であるため、画素Aと画素Bの間にエッジがあるとは判定されない。しかし、2回目の補正時(counter=1)では、閾値Tは105となるため、画素Aと画素Bの間にエッジがあると判定される。

20

【0052】

次にステップS42において、画像補正部34がエッジ検出処理を行う。隣接する画素の輝度の差分値と、ステップS40で設定した閾値Tとを比較し、差分値の方が大きければ該画素がエッジとみなす。図14(a)は、原画像領域20のエッジ検出処理の様子を説明する図である。撮影領域26の左上の頂点を原点にとり、横方向をx軸、縦方向をy軸とした座標系を用いる。斜線で示した原画像領域20の4頂点A～Dの座標は、それぞれ(X0, Y0)、(X1, Y1)、(X2, Y2)、(X3, Y3)である。x軸上の点E((X0 + X2) / 2, 0)を走査開始点としてy軸方向に画素を走査し、y軸方向に並ぶ2画素の輝度値の差が閾値Tよりも大きい場合に、その2画素の境界地点をエッジとして判定する。以降、その地点を開始点としてx軸方向に左右に走査して、同様にy軸方向に並ぶ2画素の輝度値の差が閾値Tよりも大きくなる場所を探索し、原画像領域20の横方向のエッジを検出する。

30

【0053】

縦方向のエッジも同様に検出する。y軸上の点F(0, (Y0 + Y1) / 2)を走査開始点としてx軸方向に画素を走査し、x軸方向に並ぶ2画素の輝度値の差が閾値Tよりも大きくなる場所を探索し、原画像領域20の縦方向のエッジを検出する。

なお、ここではy軸方向またはx軸方向に並ぶ2画素の輝度値の差に基づき原画像領域20の縦方向または横方向のエッジを検出するものとしたが、これに代えて、エッジ検出テンプレートを利用してエッジを検出するものであってもよい。たとえばPrewittのエッジ検出器を用いたマッチングによる計算値と閾値Tとの比較結果に基づき、エッジを検出するものであってもよい。

40

【0054】

なお、補正回数counterの値が大きくなると、閾値Tが初期値T0から小さくなっていくため、補正回数の増加とともにエッジ判定の条件が徐々に緩くなる。高い閾値Tを用いてエッジを抽出しようとする、撮影画像のノイズにより、正しくエッジを検出できないことがあり、そのような場合は、閾値Tがより小さい値に設定されることにより、判定条件を緩めてエッジ検出がなされる。

【0055】

図13に戻り、画像補正部34は、原画像領域20の各辺を曲線近似するための標本点

50

数 N を決定する (S 4 4)。たとえば、 $N = 3 + counter \times N0$ と設定する。ここで $N0$ は定数である。補正回数 $counter$ が増加すると、標本点数 N が増えるため、各辺の近似精度が高まる。画像補正部 3 4 は、検出されたエッジから N 個の標本点を選択し、原画像領域 2 0 の各辺をスプライン近似する (S 4 6)。

【0056】

図 1 4 (b) は、原画像領域 2 0 の各辺のスプライン近似を説明する図である。原画像領域 2 0 の各辺 7 1、7 2、7 3、7 4 は、各辺上の 3 点と両端の 2 頂点を標本点とする 3 次スプライン曲線 $a_j x^3 + b_j x^2 + c_j x + d$ により近似される。補正回数が増えると、画像補正部 3 4 は、標本点数 N を増やすとともに、スプライン曲線の次数を大きくする。次数 N を増やすことにより、撮影された印刷画像 P における原画像領域 2 0 の各辺の長さ $L1 \sim L4$ をより正確に求めることができる。

10

【0057】

図 1 5 は、図 1 2 のステップ S 3 6 のプロファイルデータベース 4 0 への問い合わせ処理の詳細手順を示すフローチャートである。画像補正部 3 4 は、図 1 4 (b) のようにスプライン近似された原画像領域 2 0 の各辺の長さを求め、対向する 2 辺の長さの大小関係の評価する (S 5 0)。画像補正部 3 4 は、原画像領域 2 0 の対向する 2 辺の長さの大小関係を検索キーとしてプロファイルデータベース 4 0 に問い合わせを行い、対応する大小関係をもつ格子形状のプロファイルデータを選択し、格子点座標配列を取得する (S 5 2)。図 1 4 (b) の例では、上辺 7 1 が下辺 7 3 より短いため、図 1 0 に示すプロファイルデータベース 4 0 から大小関係「 $L1 < L3$ 、 $L2 = L4$ 」に関連づけられた格子点座標配列 $block1[12][4]$ が読み出される。

20

【0058】

図 1 6 は、図 1 2 のステップ S 3 8 の画像補正メイン処理の詳細手順を示すフローチャートである。画像補正部 3 4 は、プロファイルデータベース 4 0 から読み出したプロファイルデータに含まれる格子点座標を図 1 4 (b) の原画像領域 2 0 に当てはめる (S 6 0)。

【0059】

図 1 7 は、プロファイルデータの格子点座標を当てはめた原画像領域 2 0 を説明する図である。ここでは、格子点座標配列 $block1[12][4]$ に格納された格子点座標が原画像領域 2 0 に当てはめられている。各格子内の数字 1 ~ 12 は格子の番号であり、白丸は各格子の頂点を示す。この場合、格子の総数 K は 12 である。

30

【0060】

図 1 6 に戻り、画像補正部 3 4 は、格子番号を示す変数 k を 1 に初期化し (S 6 2)、 k 番目の格子に関する補正処理を行う (S 6 4)。変数 k を 1 だけインクリメントし (S 6 6)、変数 k が格子の総数 K よりも大きい場合 (S 6 8 の Y)、画像補正メイン処理を終了し、リターンする。変数 k が格子の総数 K 以下である場合 (S 6 8 の N)、ステップ S 6 4 に戻り、次の格子に関する補正処理を行う。

【0061】

図 1 8 は、図 1 6 のステップ S 6 4 の k 番目の格子に関する補正処理の詳細手順を説明するフローチャートである。図 1 9 は、 k 番目の格子 8 0 の 4 頂点の座標値を説明する図である。 k 番目の格子 8 0 の 4 頂点 $a \sim d$ の座標値は、 $block1[k][4]$ に格納されており、それぞれ $(x0, y0)$ 、 $(x1, y1)$ 、 $(x2, y2)$ 、 $(x3, y3)$ である。上辺 1 1 は直線の式 $y = p1(x - x0) + y0$ で表される。ただし、傾き $p1 = (y2 - y0) / (x2 - x0)$ である。下辺 1 3 についても同様に式 $y = p3(x - x1) + y1$ で表される。また、左辺 1 2、右辺 1 4 についてはそれぞれ式 $x = p2(y - y0) + x0$ 、 $x = p4(y - y2) + x2$ で表される。

40

【0062】

画像補正部 3 4 は、 k 番目の格子 8 0 の 4 頂点 $a \sim d$ の座標値、および各辺を表す直線の傾き $p1 \sim p4$ を記憶して以降の計算に利用する。

【0063】

50

画像補正部 34 は、まず、k 番目の格子 80 について y 軸方向の増分 dy を $dy = (y_1 - y_0 + 1) / height$ により算出する (S70)。ここで $height$ は格子の本来の縦方向のサイズであり、原画像領域 20 の縦方向の理想画素数 H を縦方向に並ぶ格子の数で除算することにより得られる。

【0064】

画像補正部 34 は、変数 j を 0 に初期化し (S72)、左端座標の算出 (S74)、x 軸方向の処理 (S76) を行い、変数 j を 1 だけインクリメントする (S78)。変数 j が格子の縦方向の理想サイズ $height$ よりも小さければ (S80 の Y)、ステップ S74 に戻って、ステップ S74、S76、および S78 を繰り返す、そうでなければ (S80 の N)、k 番目の格子に関する補正処理を終了し、リターンする。

10

【0065】

図 20 は、図 18 のステップ S74 の左端座標の算出の詳細手順を説明するフローチャートである。図 21 は、k 番目の格子 80 の左辺 12 上の起点 81 を説明する図である。画像補正部 34 は、同図の起点 81 (左端と呼ぶ) の y 座標 y_left を $y_left = y_0 + j \times dy$ により算出し (S90)、左辺 12 を示す直線の傾き p_2 を用いて、左端の x 座標 x_left を $x_left = p_2 (y_left - y_0) + x_0$ により算出する (S92)。

【0066】

y 軸方向の増分 dy は前述のように左辺 12 の両端の y 座標の差 $(y_1 - y_0 + 1)$ を格子の理想的な高さである $height$ 画素で除算したものであり、左辺 12 上を y 軸方向に dy ずつ進みながら、歪み補正が行われる。

20

【0067】

図 22 は、図 18 のステップ S76 の x 軸方向の処理の詳細手順を説明するフローチャートである。図 23 は、k 番目の格子 80 の左辺 12 上の左端 81 を起点として x 軸方向へ補正処理を進める様子を説明する図である。画像補正部 34 は、同図の左端 81 を通る直線 m を導出する (S100)。直線 m を表す式を $y = p (x - x_left) + y_left$ で与え、直線 m の傾き p を上辺 11 の傾き p_1 と下辺 13 の傾き p_3 に基づいて次式で求める。

$$ry = (y_left - y_0) / (y_1 - y_0)$$

$$p = ry \times p_3 + (1 - ry) \times p_1$$

30

【0068】

画像補正部 34 は、直線 m と右辺 14 の交点 82 (右端と呼ぶ) を求めて、右端座標 (x_right , y_right) を算出し (S102)、x 軸方向の増分 dx を $dx = (x_right - x_left + 1) / width$ により算出する (S104)。ここで $width$ は格子の本来の横方向のサイズであり、原画像領域 20 の横方向の理想画素数 W を横方向に並ぶ格子の数で除算することにより得られる。

【0069】

画像補正部 34 は、変数 i を 0 に初期化して (S106)、図 23 に示す直線 m 上にある格子 80 の内部の点 83 (以下、単に内部点という) の座標 (x_i , y_i) を次式のように算出する (S108)。

40

$$x_i = x_left + i \times dx$$

$$y_i = p (x_i - x_left) + y_left$$

【0070】

x 軸方向の増分 dx は前述のように直線 m の両端の x 座標の差 $(x_right - x_left + 1)$ を格子の理想的な幅である $width$ 画素で除算したものであり、直線 m 上を x 軸方向に dx ずつ進みながら、歪み補正が行われる。

【0071】

画像補正部 34 は、内部点 83 の輝度値 $L(x_i, y_i)$ を周辺の画素の輝度値により補間して求める (S110)。

【0072】

50

図24は、内部点83の輝度値の補間方法を説明する図である。内部点83の近傍に4画素p、q、r、sがあり、それらの座標がそれぞれ (x', y') 、 $(x', y' + 1)$ 、 $(x' + 1, y')$ 、 $(x' + 1, y' + 1)$ であるとする。内部点83から辺pr、辺qsに下ろした垂線の足をそれぞれ点e、fとし、内部点83から辺pq、辺rsに下ろした垂線の足を点g、hとする。

【0073】

内部点83は、線分efを内分比 $v : (1 - v)$ で分け、線分ghを内分比 $w : (1 - w)$ で分ける点である。内部点83における輝度値 $L(x_i, y_i)$ を4点p、q、r、sの輝度値 $L(x', y')$ 、 $L(x', y' + 1)$ 、 $L(x' + 1, y')$ 、 $L(x' + 1, y' + 1)$ を用いたバイリニア(bi-linear)補間により次式のように求める

10

$$L(x_i, y_i) = (1 - v) \times \{ (1 - w) \times L(x', y') + w \times L(x' + 1, y') \} + v \times \{ (1 - w) \times L(x', y' + 1) + w \times L(x' + 1, y' + 1) \}$$

【0074】

ここでは、内部点83の輝度値をバイリニア補間により近傍の4画素の輝度値から補間して求めたが、補間方法はこれに限られない。また、4画素以上の点を用いて補間してもよい。

【0075】

図22に戻り、画像補正部34は、変数iを1だけインクリメントし(S112)、変数iが格子の横方向の理想サイズwidthより小さければ(S114のY)、ステップS108に戻って、直線m上の次の内部点について輝度値の補間を行い、そうでなければ(S114のN)、x軸方向の処理を終了し、リターンする。

20

【0076】

図18～図24で説明したk番目の格子に関する補正処理により、各格子の頂点の座標値を用いて各格子の内部点についても歪みが補正され、歪み補正後の画素の輝度値が補間により決定される。

【0077】

以上述べたように、実施の形態の電子透かし抽出装置200では、ブロック埋め込み方式により透かし情報の埋め込まれた印刷画像を撮影して透かしを抽出する際、埋め込みブロックのサイズに合った格子サイズの歪みパターンを用いて歪み補正を行う。

30

【0078】

一般に歪みパターンの格子サイズを小さくとるほど、精密な歪み補正が可能となるが、大きな記憶容量が必要であり、計算時間も増加する。実施の形態の電子透かし抽出装置200では、画像ずれに対する透かしの耐性に見合った精度で画像歪みを補正するため、歪み補正処理に無駄がなく、透かしの検出効率がよい。

【0079】

また、埋め込みブロックサイズ相当の格子サイズの歪みパターンをプロファイルデータとして登録しておけばよい。微細なプロファイルデータは不要であり、記憶容量を節約することができる。たとえば、透かしの埋め込みブロックサイズが縦横16画素であれば、ブロック単位で透かしビットの誤り訂正が作用することを考慮すれば、格子パターンの単位格子のサイズは、縦横16画素よりも細かくする必要はない。

40

【0080】

また、一般に電子透かしのブロック埋め込み方式では、ブロックサイズを大きくとるほど、画素のずれに対する耐性が高くなり、透かしの検出精度が向上するが、透かしを埋め込むことのできるビット数が減少し、また第三者による透かしの発見が容易になり、セキュリティが弱まる。したがって、埋め込み時のブロックサイズは、透かしの耐性とセキュリティの両面を考慮して決められることになり、決められたブロックサイズに応じた画像の歪み補正が必要となる。実施の形態の電子透かし抽出装置200では、埋め込みブロックサイズに適した格子サイズの歪みパターンを用いて歪みを補正するため、透かし埋め込

50

みのブロックサイズと歪みパターンの格子サイズのミスマッチによる透かしビットの検出誤差が生じない。

【0081】

以上、本発明を実施の形態をもとに説明した。実施の形態は例示であり、それらの各構成要素や各処理プロセスの組み合わせにいろいろな変形例が可能なこと、またそうした変形例も本発明の範囲にあることは当業者に理解されるところである。

【0082】

そのような変形例として、上記の説明では、透かしのブロック埋め込み方式におけるブロックサイズNがあらかじめ定まっており、電子透かし抽出装置200のプロファイルデータベース40には、ブロックサイズNと同程度の格子サイズMのプロファイルデータが
10
プロファイルデータベース40に登録されていた。ブロックサイズNは印刷画像P毎に可変であってもよく、電子透かし抽出装置200は、複数の格子サイズMについてプロファイルデータを作成し、格子サイズMに関連づけてプロファイルデータをプロファイルデータベース40に登録してもよい。この場合、電子透かし抽出装置200は、印刷画像Pに使われているブロック埋め込み方式のブロックサイズNを何らかの形で取得し、ブロックサイズNに近い格子サイズMのプロファイルデータをプロファイルデータベース40から選択して、歪み補正に利用する。

【0083】

プロファイルデータベース40には、格子形状のプロファイルデータが対向する2辺の長さの大小関係を検索キーとして登録されたが、検索キーとして、これ以外のものを用いてもよい。たとえば、撮影された格子模様画像Rの4頂点の座標値の関係を検索キーとして用いてもよく、あるいは、撮影された格子模様画像Rの2本の対角線の長さの関係を検索キーとしてもよい。また、各辺のエッジ検出を行わずに撮影された格子模様画像Rの4頂点の座標値から各辺の長さを計算し、検索キーに用いてもよい。
20

【0084】

上記の説明では、格子形状のプロファイルデータとして、横方向または縦方向に独立に透視歪みが現れたパターンをプロファイルデータベース40に登録したが、横方向と縦方向に同時に透視歪みが現れるパターンについてもプロファイルデータを作成してプロファイルデータベース40に登録してもよい。また、デジタルカメラなどで印刷画像Pを撮影する場合は、画角によって複数の形状のプロファイルデータを用意して、プロファイルデータベース40に登録してもよい。
30

【0085】

上記の画像補正処理では、格子内部の点についても歪み補正を行ったが、各格子の外枠の形状のみを格子の頂点の座標をもとに幾何変換し、格子内部については細かい歪み補正の計算を省略してもよい。

【0086】

上記の透かし検出手順では、透かし検出に失敗した場合、閾値を調整して画像枠の近似処理をやり直し、画像枠に合ったプロファイルデータを再選択して画像補正処理を行い、透かし検出を再度試みるが、透かし検出に失敗した場合、あるいは補正回数が所定回数を超えた場合に、画像補正部34は、撮影部30に印刷画像Pの再撮影を要求してもよい。
40

【0087】

プロファイルデータは、デジタルカメラやスキャナなどの撮影機器の機種別にプロファイルデータベース40に格納されてもよい。電子透かし抽出装置200は、撮影機器の機種情報を取得して、印刷画像Pの撮影に使用された機種に合ったプロファイルデータを選択して使用することができる。

【0088】

上記の実施例は、電子透かしがブロック単位で埋め込まれた画像の原画像領域20の画像補正を例に説明したものであったが、上記実施例で説明した構成や処理手順により、電子透かしがブロック単位で埋め込まれていないような、他の一般的な画像の補正も可能である。

10

20

30

40

50

【図面の簡単な説明】

【0089】

【図1】実施の形態に係る電子透かし埋め込み装置の構成図である。

【図2】図2(a)～(d)は、図1のブロック埋め込み部によるブロック埋め込み方式を説明する図である。

【図3】図1の電子透かし埋め込み装置から出力される印刷画像を説明する図である。

【図4】実施の形態に係る電子透かし抽出装置の構成図である。

【図5】図4の電子透かし抽出装置により撮影された印刷画像を説明する図である。

【図6】撮影による画素のずれを説明する図である。

【図7】歪み補正用の格子模様画像Rを説明する図である。

10

【図8】撮影された格子模様画像Rにおけるレンズ歪みを説明する図である。

【図9】図9(a)～(e)は、撮影された格子模様画像Rにおける透視歪みのいくつかのパターンを説明する図である。

【図10】図4のプロファイルデータベースに格納されるプロファイルデータを説明する図である。

【図11】図4の電子透かし抽出装置による電子透かし抽出手順の全体的な流れを示すフローチャートである。

【図12】図11の画像補正処理の大まかな流れを示すフローチャートである。

【図13】図12の画像枠の近似処理の詳細手順を示すフローチャートである。

【図14】図14(a)は、原画像領域のエッジ検出処理の様子を説明する図であり、図14(b)は、原画像領域の各辺のスプライン近似を説明する図である。

20

【図15】図12のプロファイルデータベースへの問い合わせ処理の詳細手順を示すフローチャートである。

【図16】図12の画像補正メイン処理の詳細手順を示すフローチャートである。

【図17】プロファイルデータの格子点座標を当てはめた原画像領域を説明する図である。

【図18】図16の各格子に関する補正処理の詳細手順を説明するフローチャートである。

【図19】ある格子の4頂点の座標値を説明する図である。

【図20】図18の左端座標の算出の詳細手順を説明するフローチャートである。

30

【図21】ある格子の左辺上の起点を説明する図である。

【図22】図18のx軸方向の処理の詳細手順を説明するフローチャートである。

【図23】図21の格子の左辺上の起点からx軸方向へ補正処理を進める様子を説明する図である。

【図24】図23の格子の内部の点の輝度値の補間方法を説明する図である。

【符号の説明】

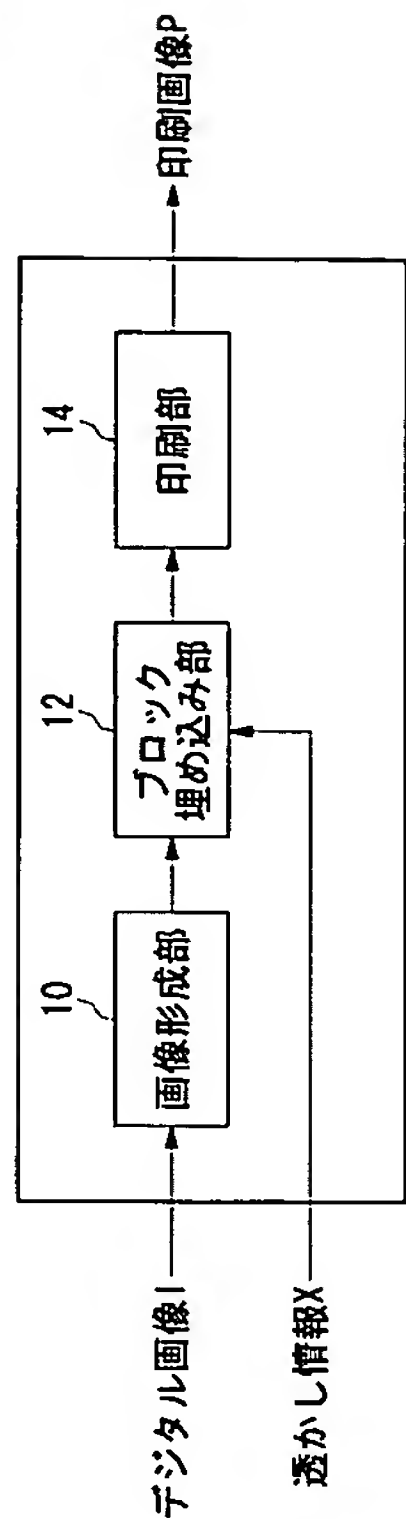
【0090】

10 画像形成部、 12 ブロック埋め込み部、 14 印刷部、 20 原画像領域、 22 埋め込みブロック、 24 印刷媒体、 26 撮影領域、 30 撮影部、 32 画像領域判定部、 34 画像補正部、 36 透かし抽出部、 38 プロファイル生成部、 40 プロファイルデータベース、 100 電子透かし埋め込み装置、 200 電子透かし抽出装置。

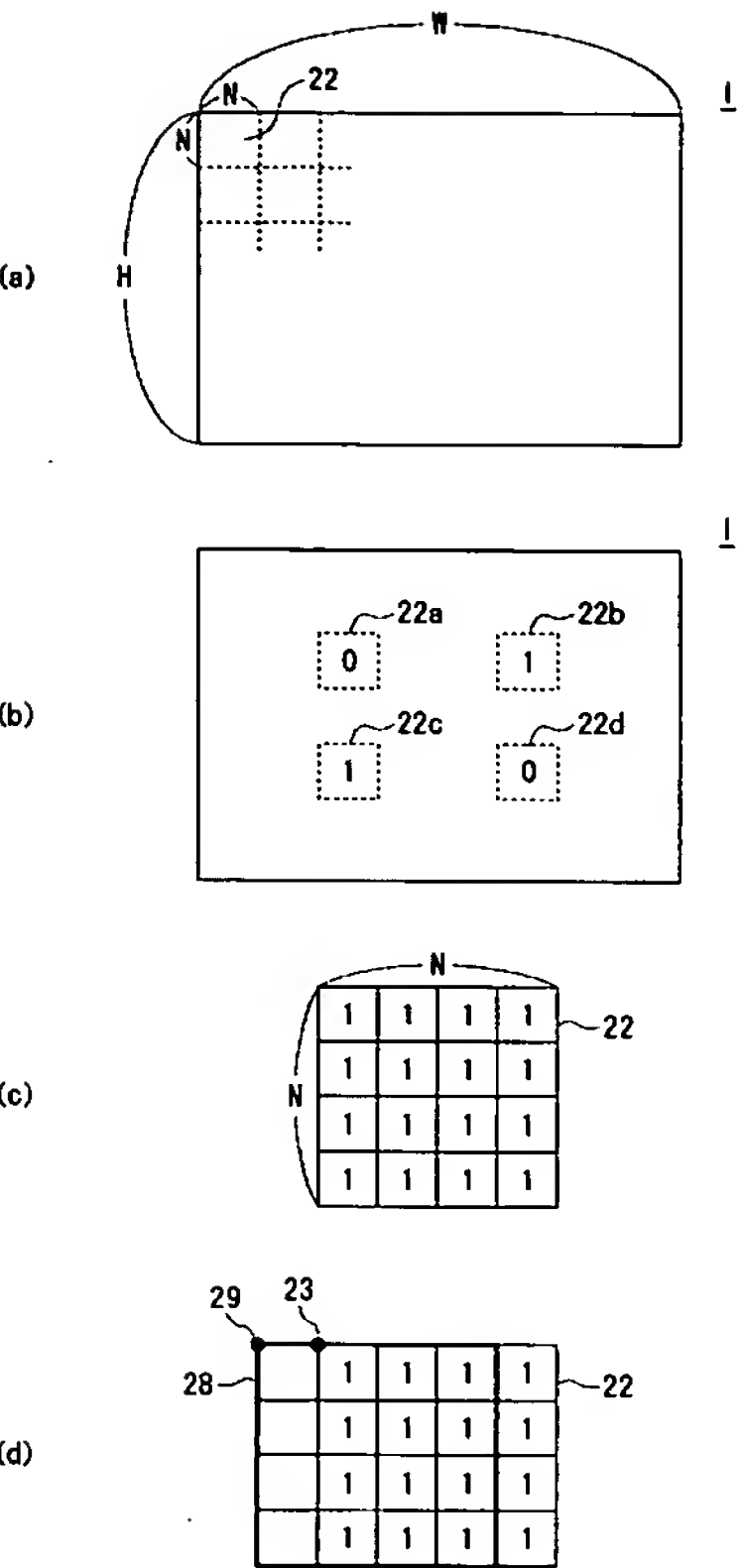
40

【図 1】

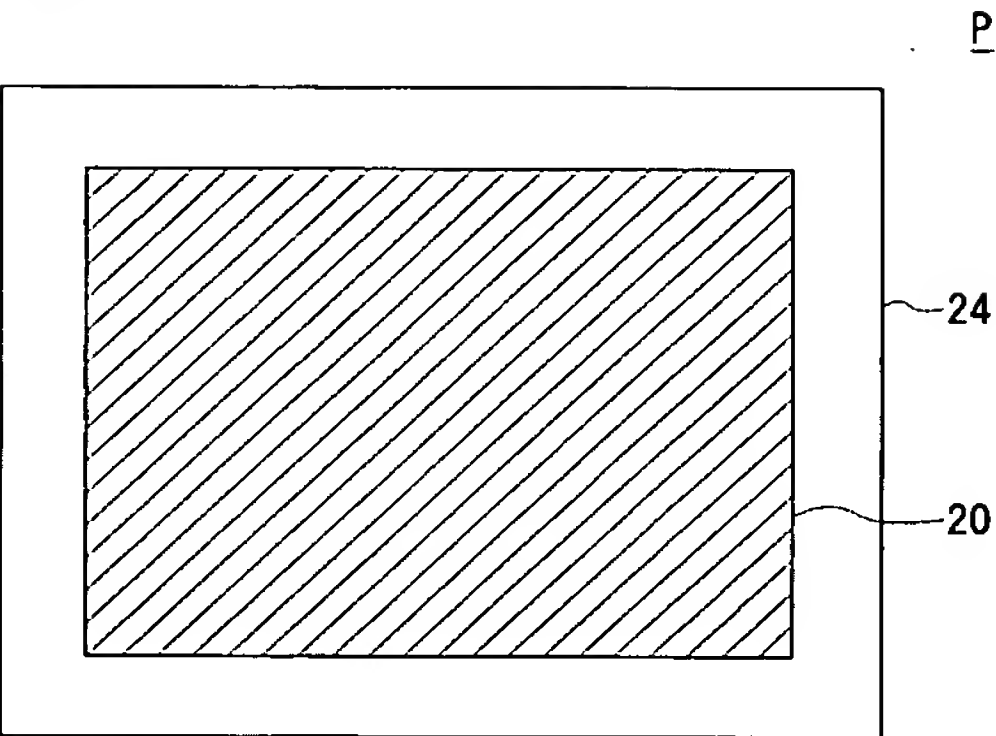
100



【図 2】

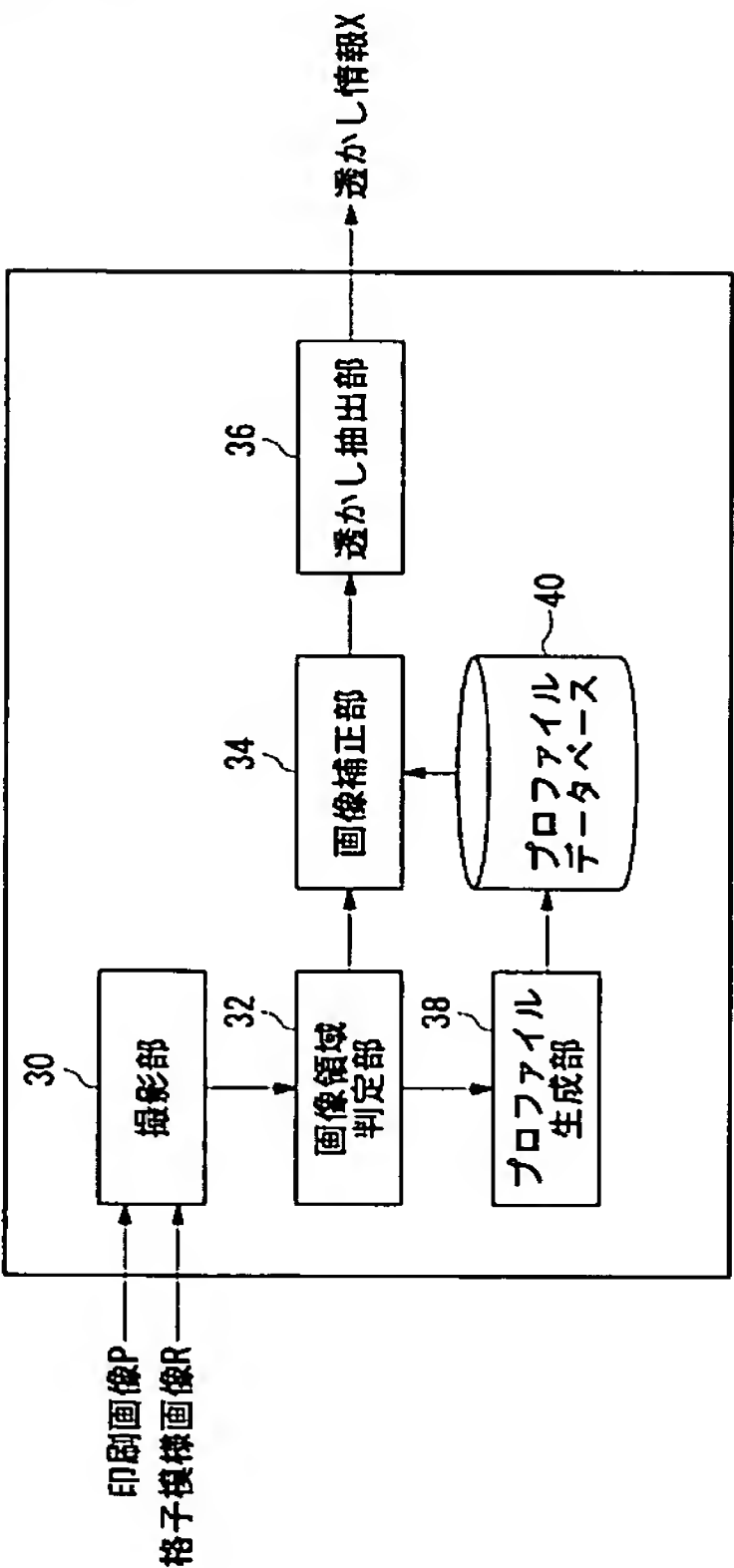


【図 3】

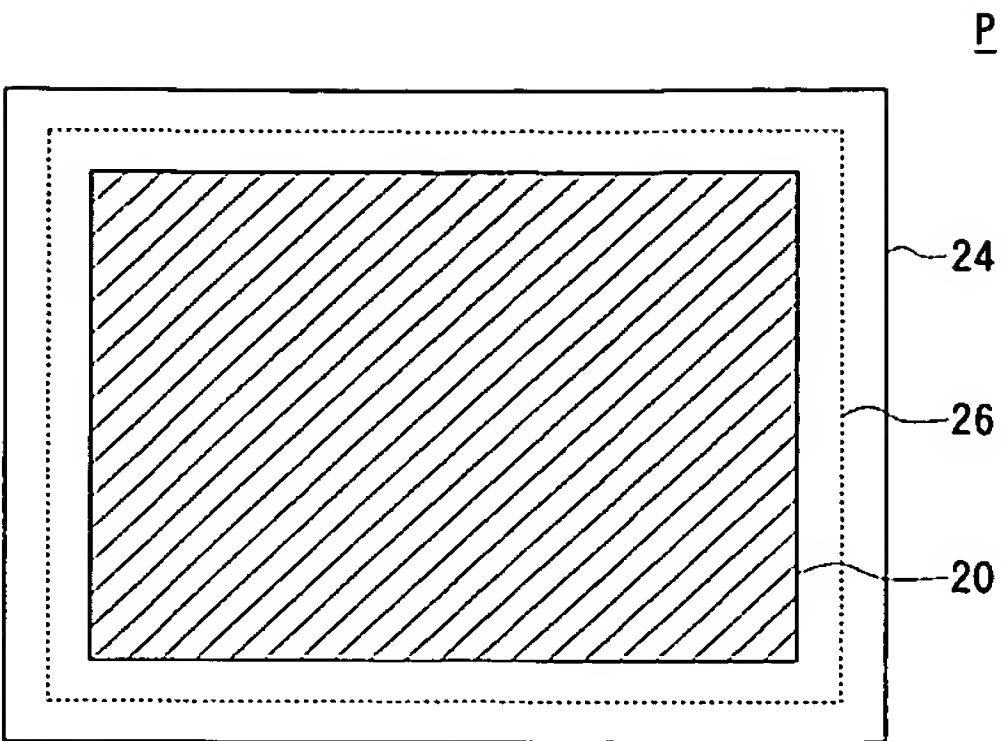


【図 4】

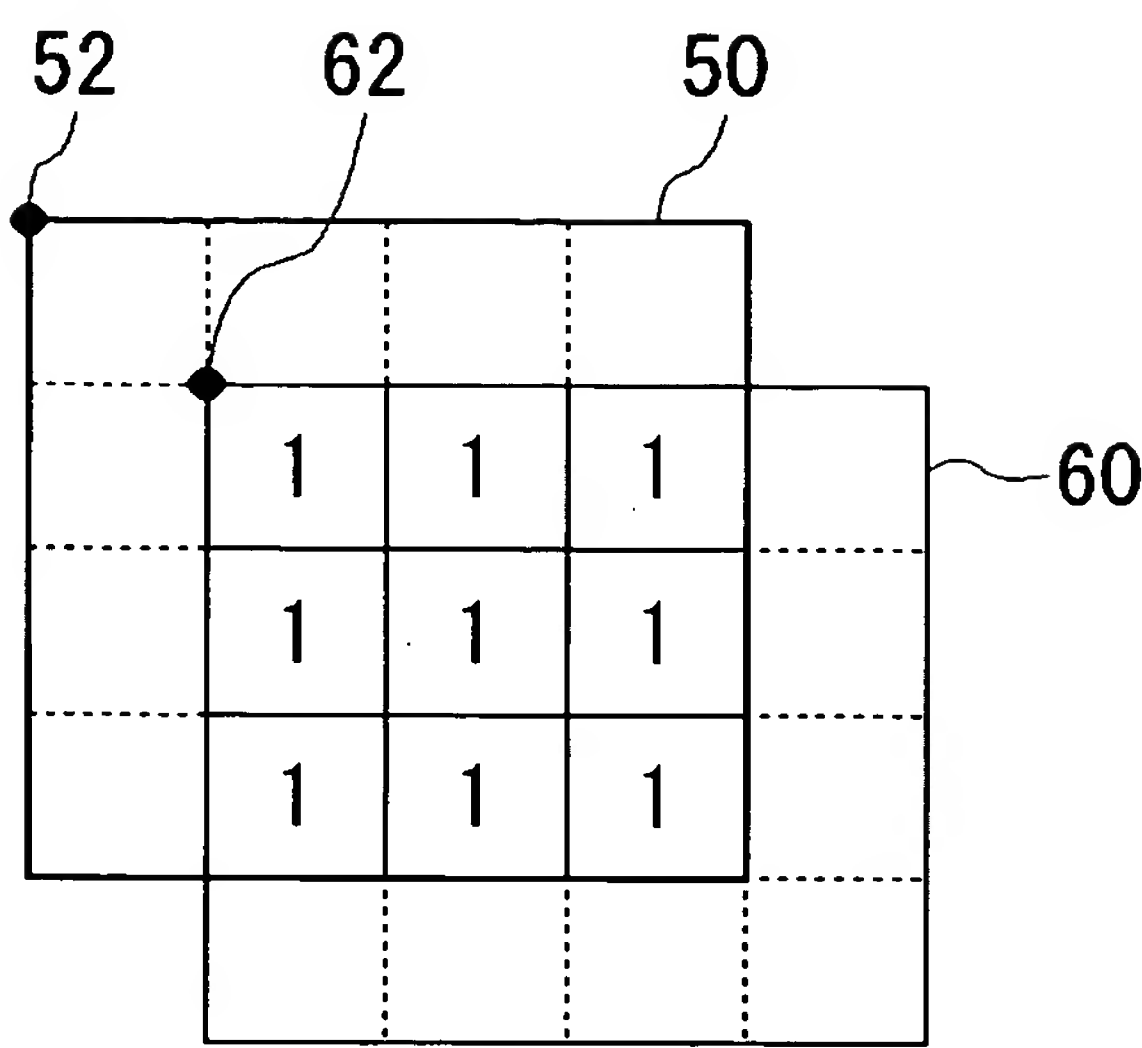
200



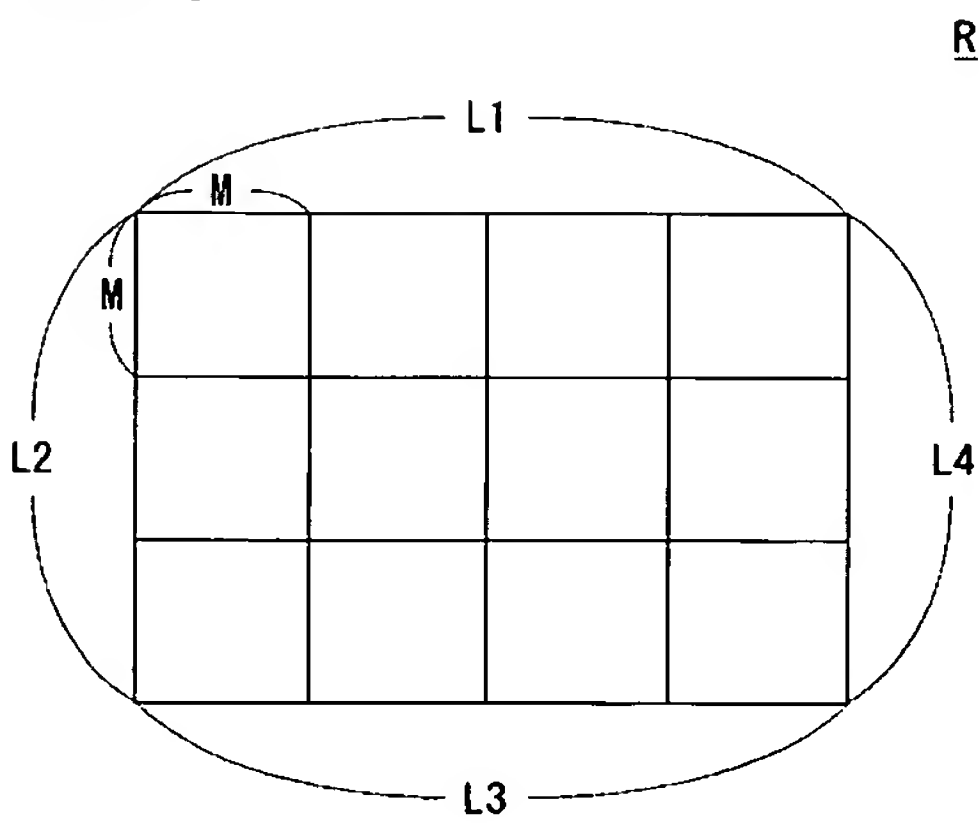
【図 5】



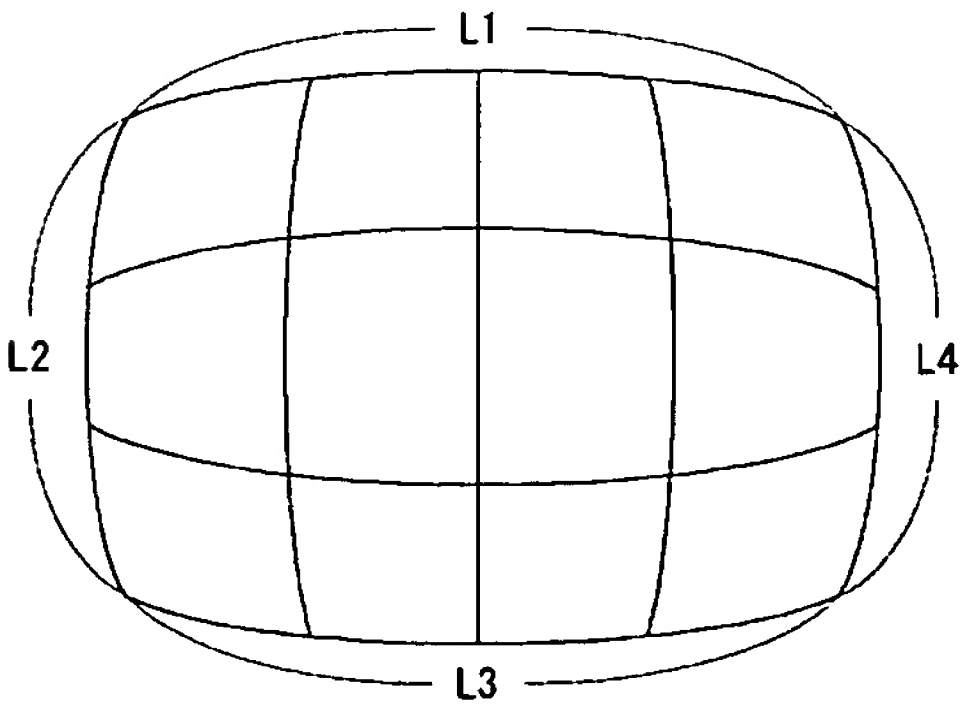
【図 6】



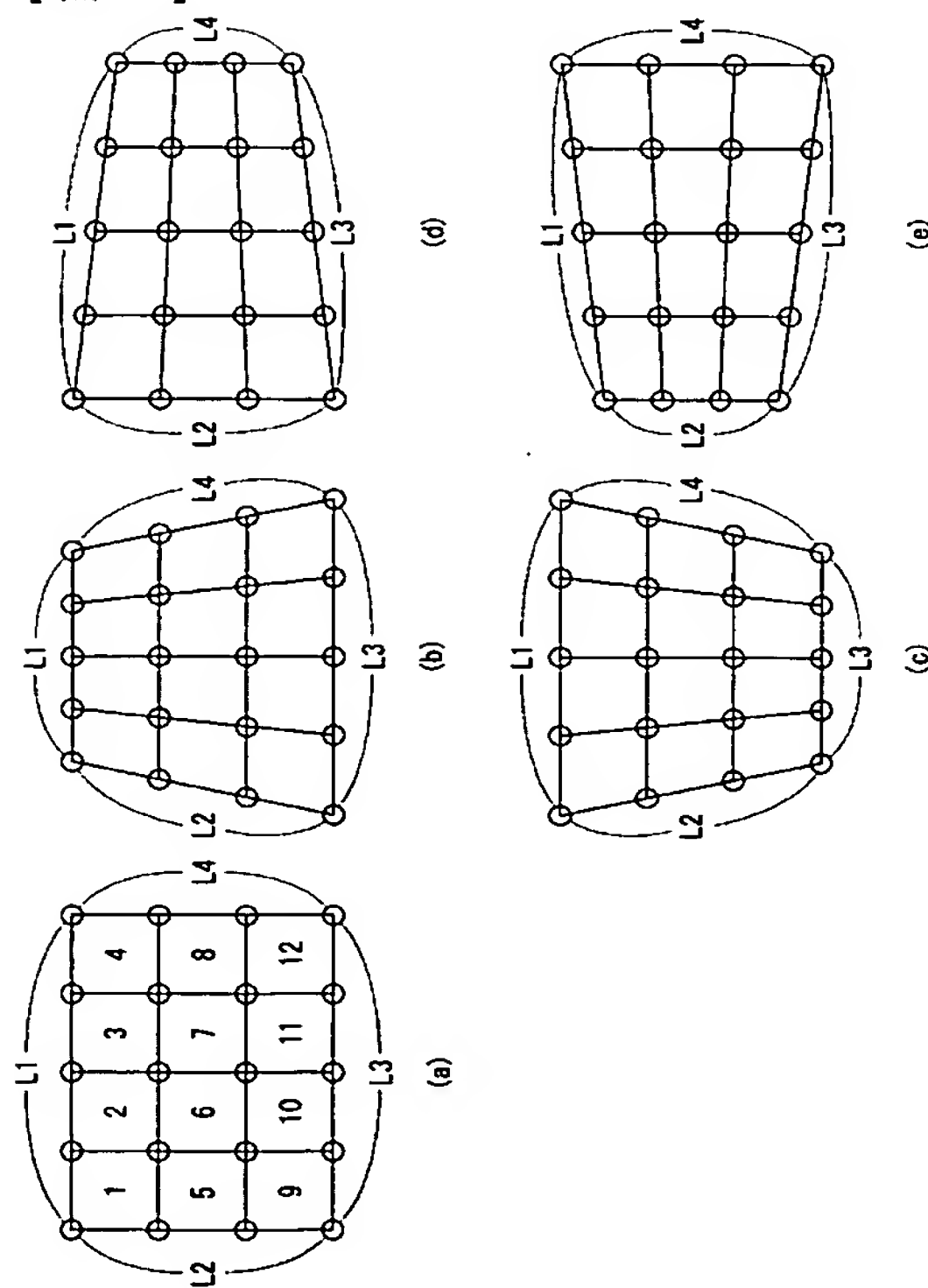
【図 7】



【図 8】



【図 9】

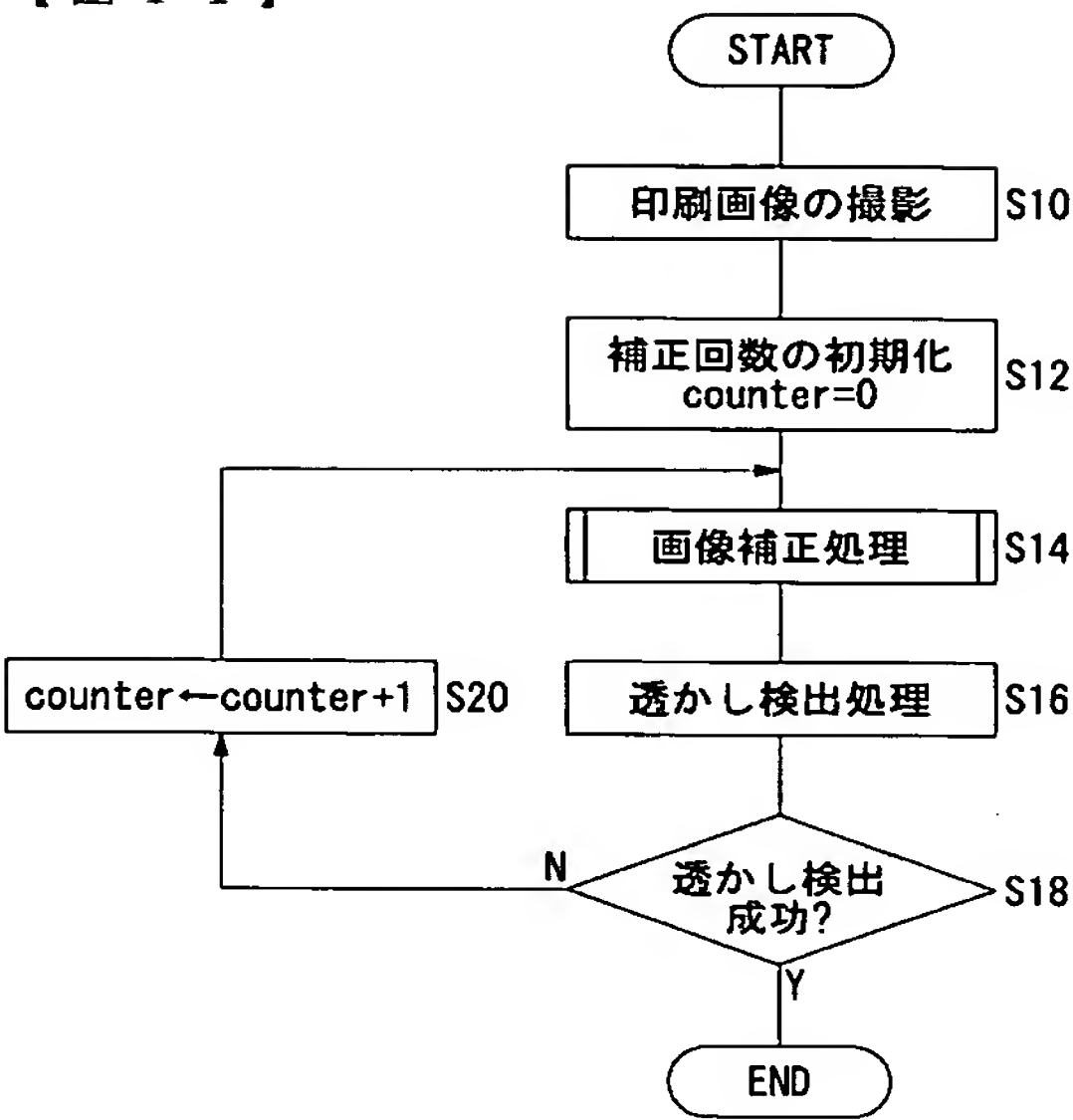


【 図 1 0 】

40

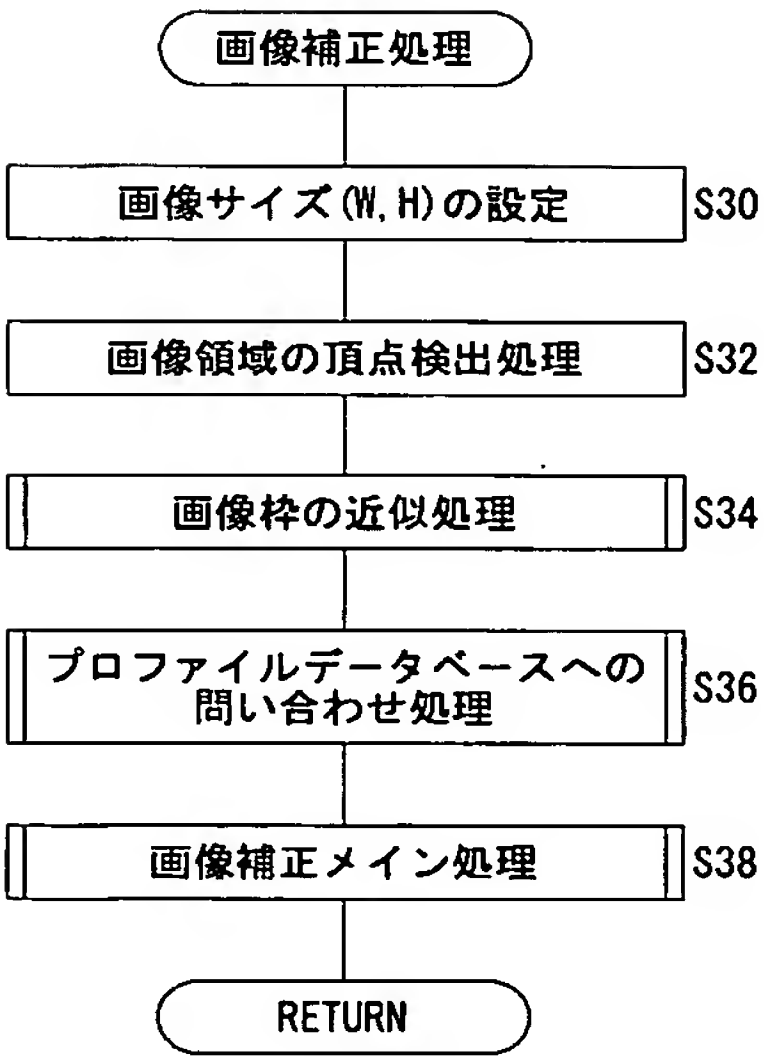
対向する2辺の大小関係	格子点座標配列
$L1=L3, L2=L4$	<code>block0[12][4]</code>
$L1<L3, L2=L4$	<code>block1[12][4]</code>
$L3<L1, L2=L4$	<code>block2[12][4]</code>
$L4<L2, L1=L3$	<code>block3[12][4]</code>
$L2<L4, L1=L3$	<code>block4[12][4]</code>

【 図 1 1 】



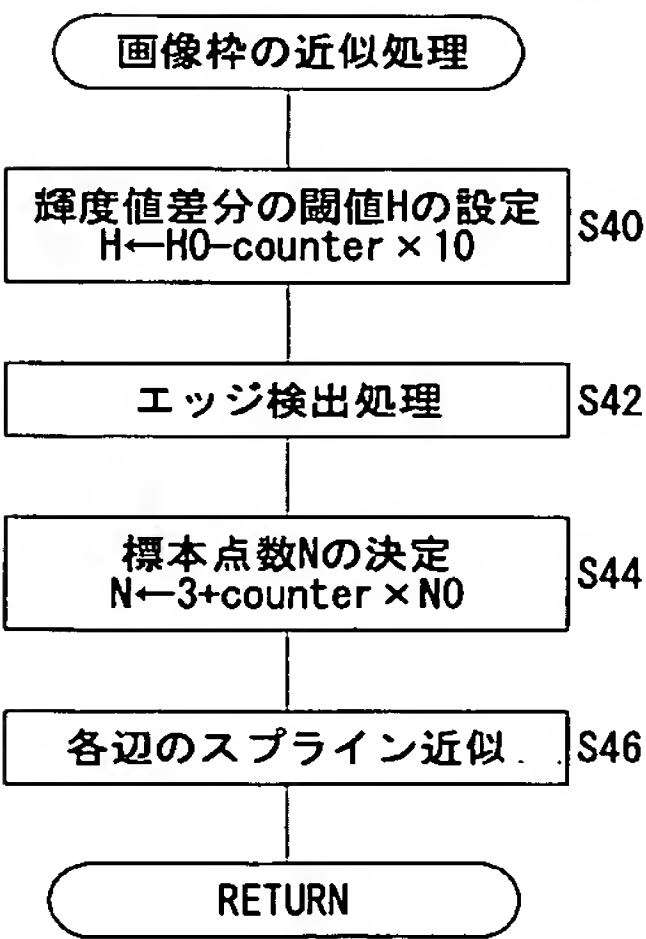
【 図 1 2 】

S14

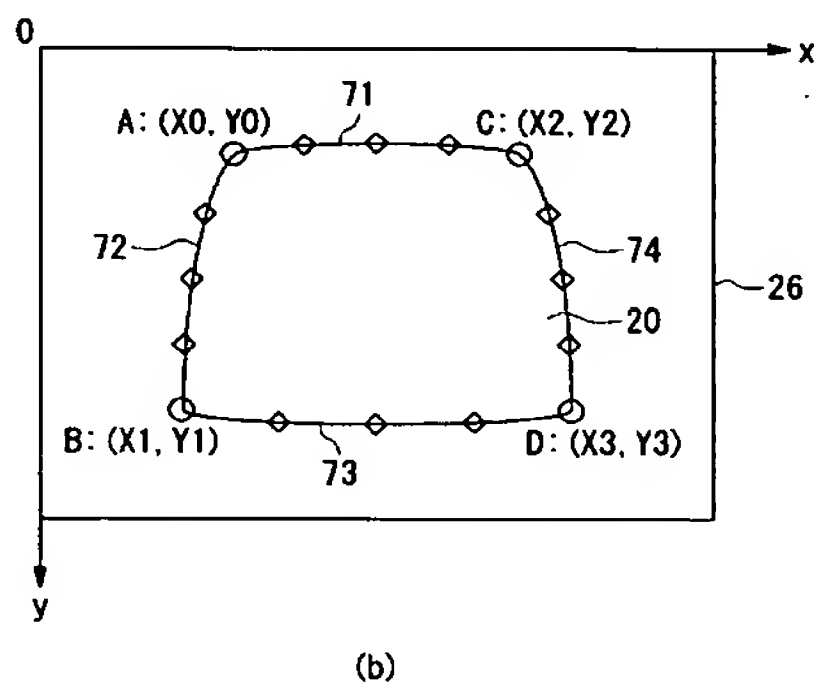
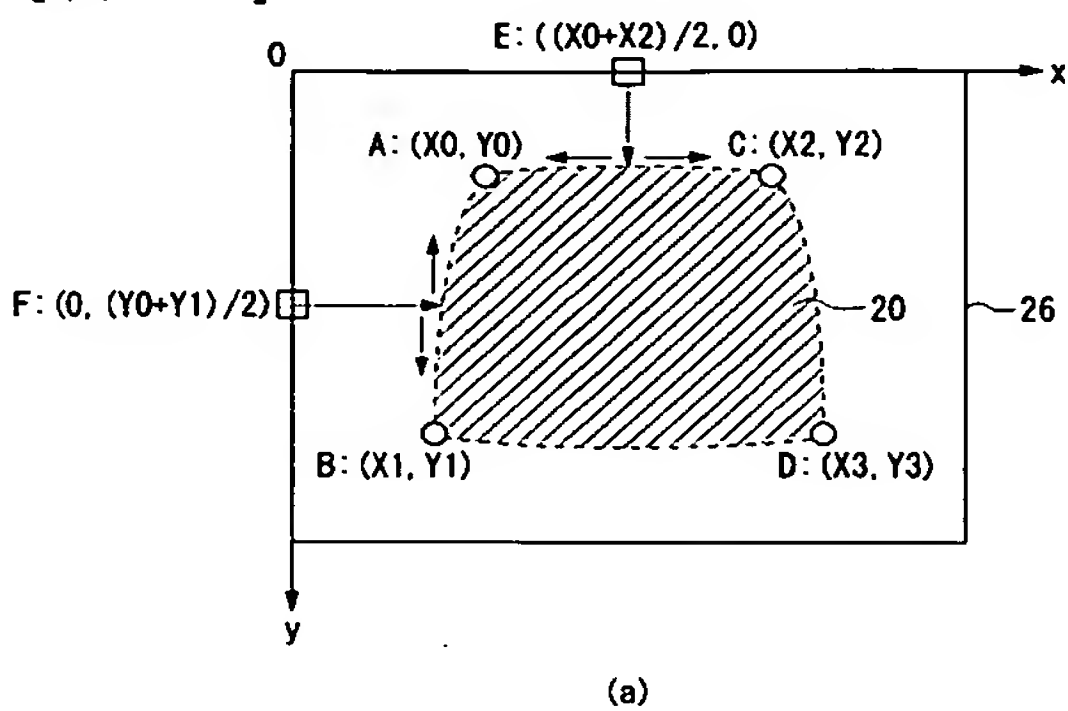


【 図 1 3 】

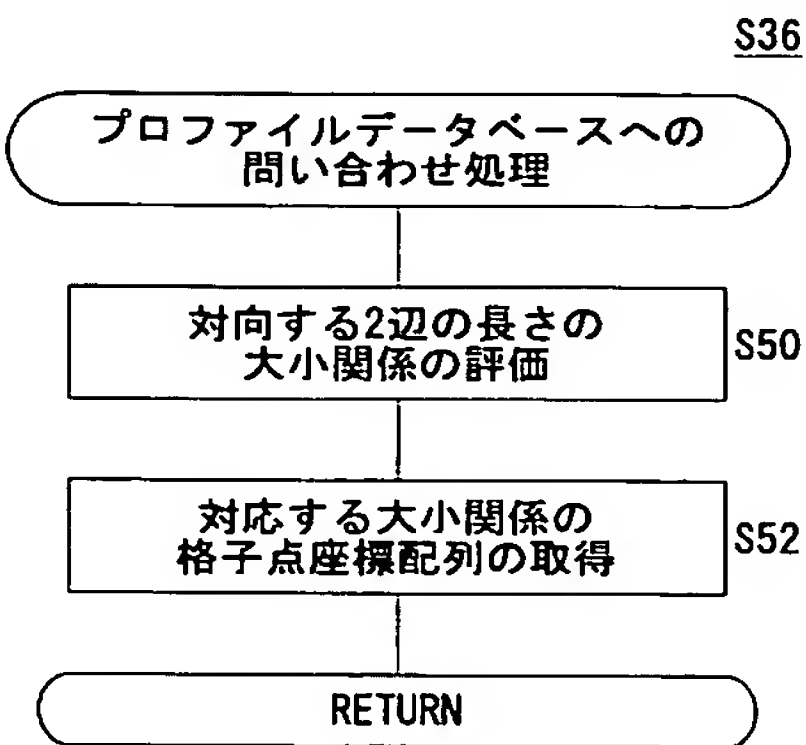
S34



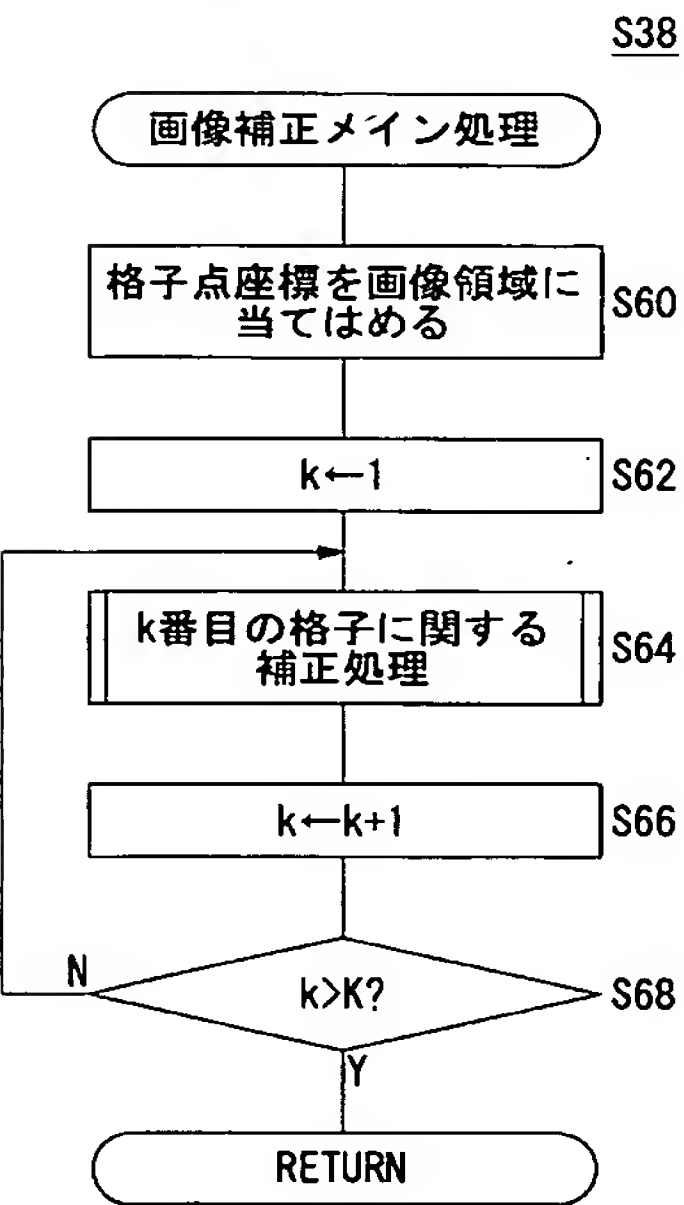
【 図 1 4 】



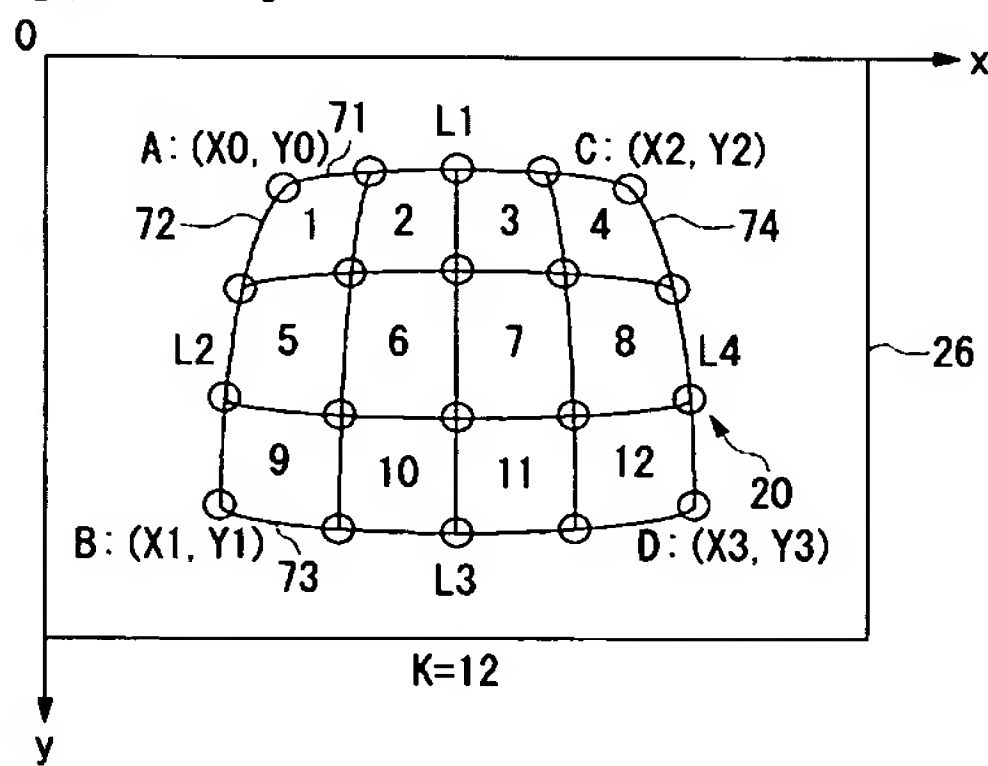
【 図 1 5 】



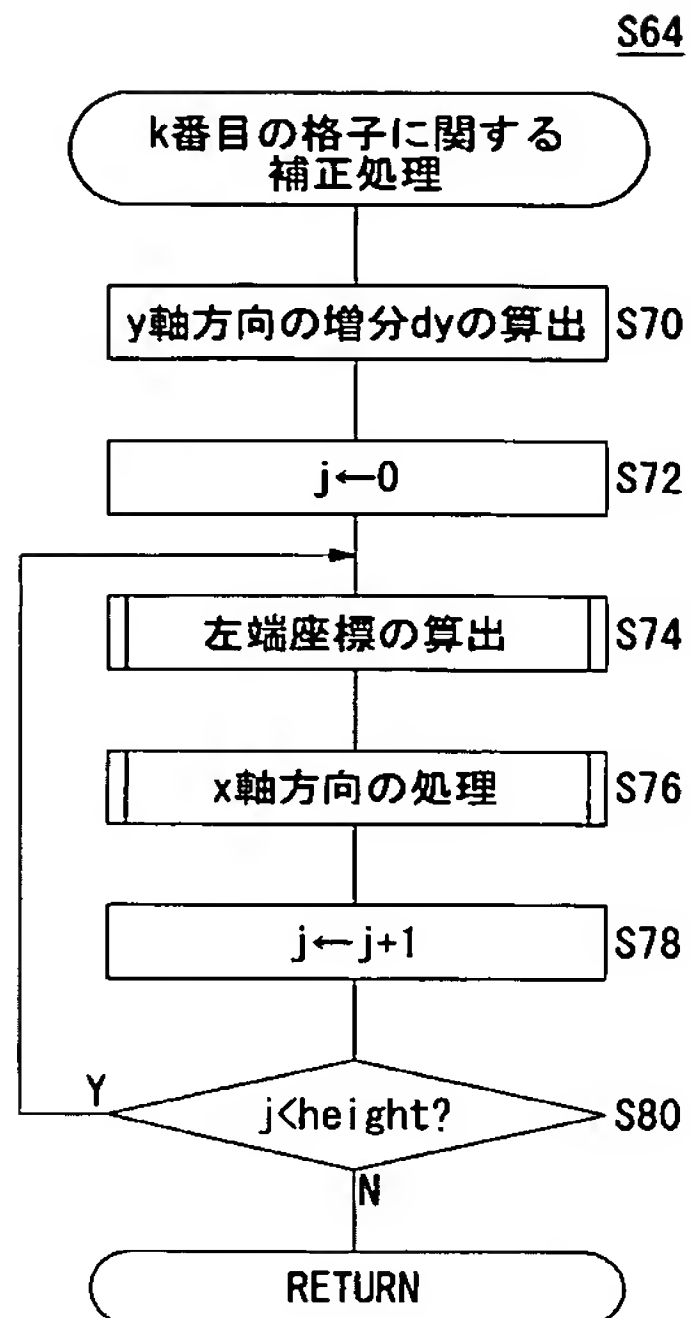
【 図 1 6 】



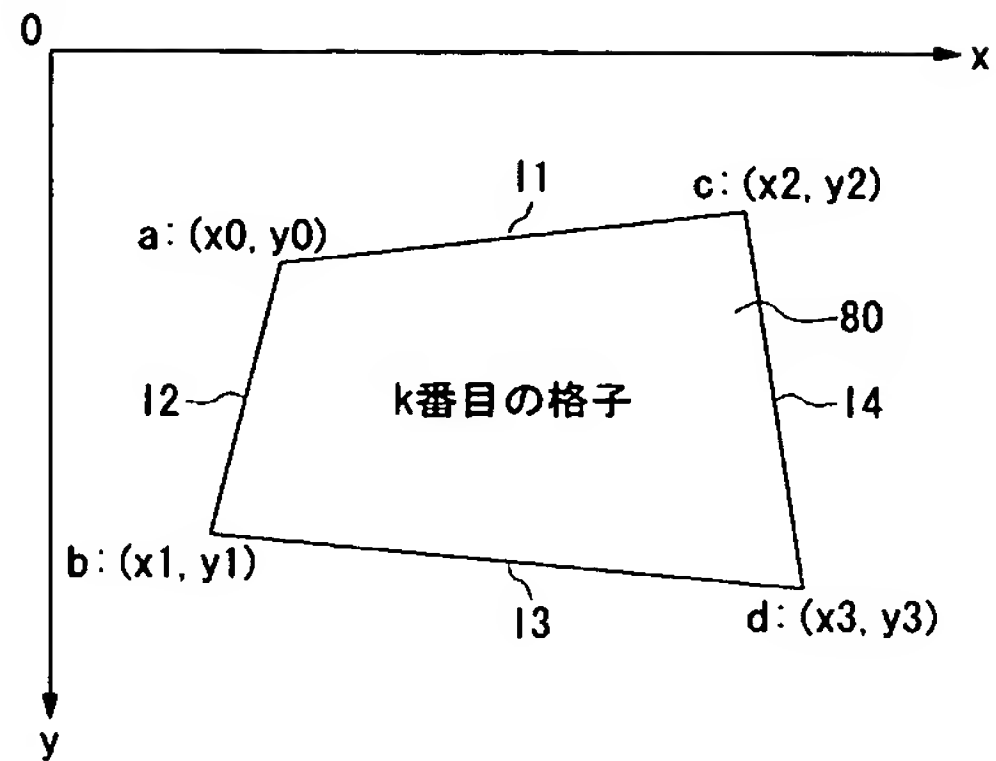
【 図 1 7 】



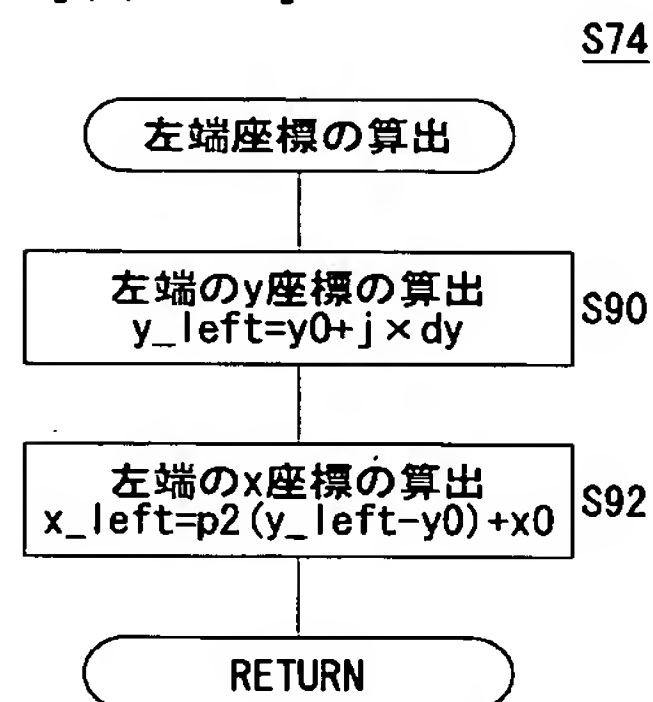
【図 18】



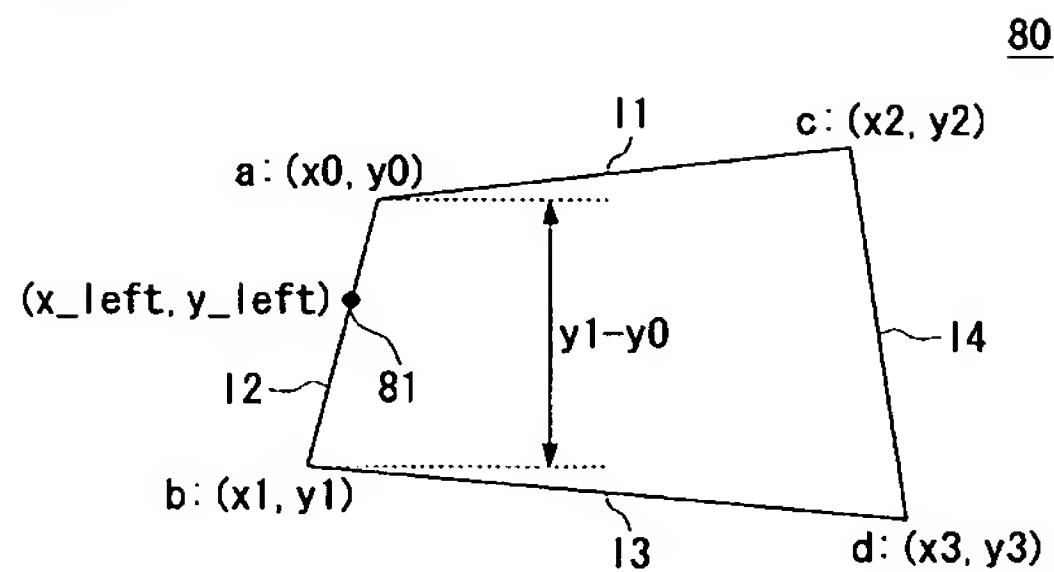
【図 19】



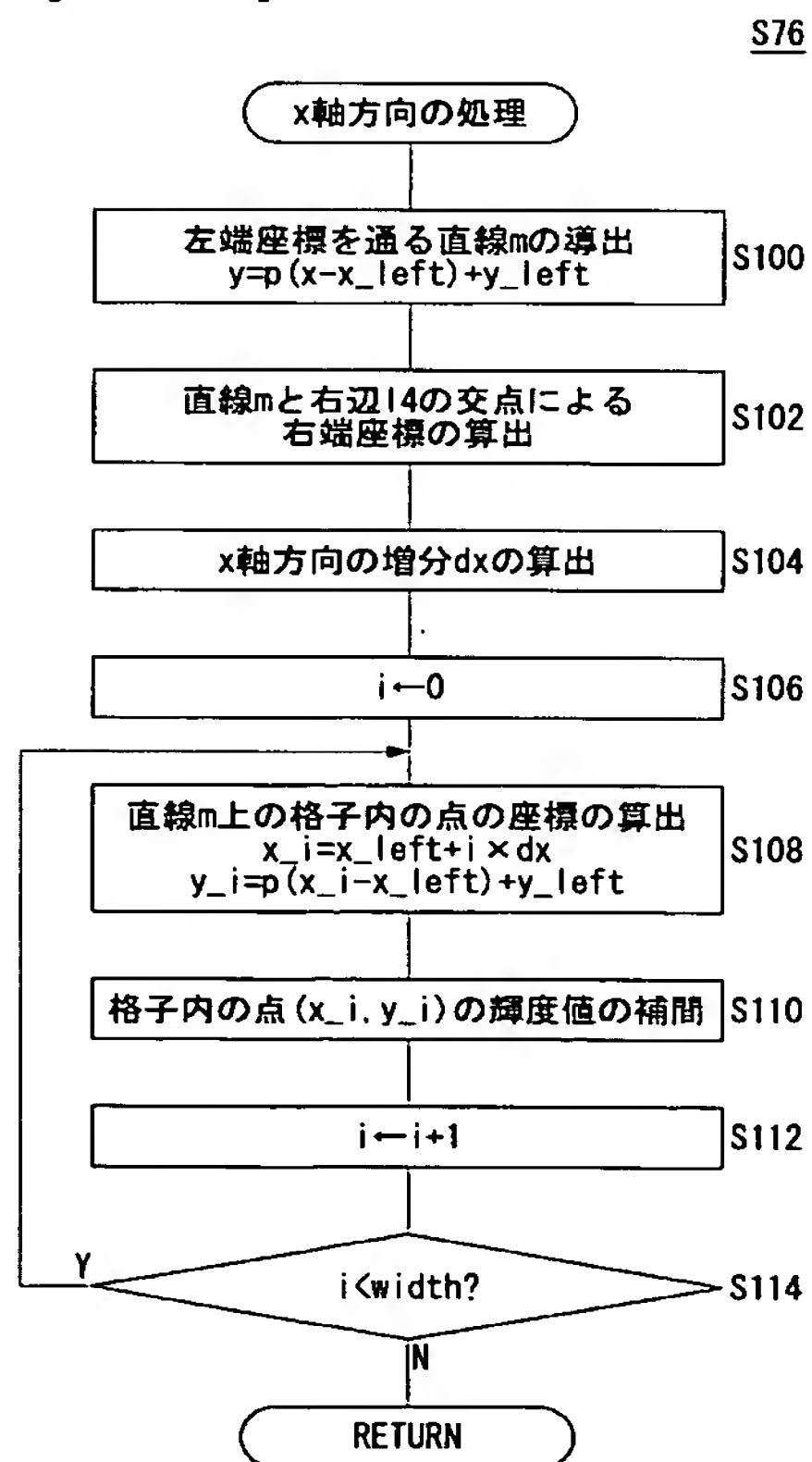
【図 20】



【図 21】



【図 22】



フロントページの続き

(72)発明者 井上 泰彰

大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号 三洋電機株式会社内

Fターム(参考) 5B057 AA11 AA19 AA20 BA02 CA08 CA12 CA16 CD12 CE09 CH20
DA08 DA20 DB02 DB09 DC05 DC07 DC16